

表・4 水源評価の作成方法

事項	内容
水源保護区域	地下水：揚水地点への地下水の移動年数で設定、Zone A (2年)、Zone B5 (5年)、Zone B10 (10年) 地表水：Zone A(貯水池、本流から 400ft、支流から 200ft)、Zone B (取水口から 2500ft)
物理的防護の有効性	地下水：帯水層の閉鎖性、帯水層の透過性、廃棄井戸の有無、静水位の深さ、揚水操作、井戸の構造（防護）について点数を付け、Low、Moderate、High に分類する。 地表水：水源の種類（貯水池、河川）、滞留時間、流域の地形、流域の地理、土壌のタイプ、植生、年降水量、地下水涵養から、Low、Moderate、High に分類する。
汚染源の目録	マニュアルに示されたリストに従い、汚染源がどの Zone に存在するかを記載する。汚染源は、商業/工業活動、住宅/都市活動、農業/農村活動、他の活動に分類されており、特記事項があれば記載する。
脆弱性ランキング	マニュアルでは、汚染源ごとのリスクポイント (7,5,3,1)、区域のポイント (地下水：A=5,B5=3,B10=1,不明=0、地表水：流域内=5,不明=0)、物理的防護のポイント (L=5,M=3,H=1) が定められており、それらを合計したものを脆弱性スコアとする。脆弱性スコアで、一定値以上 (地下水 8、地表水 11) のものを対象とし、水源の水で検出されている項目に関連する汚染源をリストの上位に上げる。
脆弱性の総括	水源の水で検出されている項目に関連する汚染源と水源の水で検出されている項目に関連しない汚染源に分け、脆弱性スコアの高いものを明示する。

水源評価の実例（脆弱性の総括）

地下水	検出項目関連有	ガソリンスタンド、ドライクリーニング、汚染煙排出、地下タンク (1,2-ジクロロエタン、トリクロロエチレン)
	検出項目関連無	石油化学工場および貯留タンク、メッキ工場、プラスチック工場、浄化槽
地表水	検出項目関連有	下水管、牧草地、野生動物、浄化槽 (病原微生物)
	検出項目関連無	ガソリンスタンド、閉鎖廃棄物埋立地、鉱山

表・5 水源保護計画の作成手順

地域委員会の設立	水道事業者、水道利用者、水源汚染源の関係者、政府機関
水源評価の見直し、更新、拡張	関係機関による見直し、情報の確認、汚染源の確定、追加情報の収集
保護計画の作成	現状の水源保護対策の確認、新たな水源保護対策の確認、水源保護対策に必要な法規制、実行計画、地域委員会への報告作成 保護対策の例 (法規制以外の対策) ・家庭、会社、工場での適切な清掃 ・公的な教育 ・汚染物流出防止のための土地の管理 ・土地、開発権、建物の購入 ・汚染物流出防止装置やシステムの工夫 ・危機対応計画 保護対策の例 (法規制による対策) ・土地利用制限 ・土地分譲 ・目的別地域区分 ・土地利用禁止 ・規制と許可 ・建築及び操作基準 ・公衆衛生規制

水道水について知る権利を満たすために追加された。さらに、具体的な規制として、1998年に消費者信頼規則及び2000年には住民周知規則が定められている。

#### ④制度又は仕組みの概要

消費者信頼規則は、公共水道に、年度毎消費者信頼レポートを公表することを求めている。レポートの内容は、水源の種類及びその評価結果（汚染源等）、水道水の汚染物質に関する情報（モニタリング状況、検出された物質、諸規則の遵守状況、教育的な記述）などで、毎年6月1日までに公表する。公表手段としては、インターネット、郵送、新聞掲載、掲示などがある。

住民周知規則は、水道水が水質基準値を満たさない場合やそれ以外の健康リスクを持つ場合に、消費者に情報提供することを目的としている。リスクのレベルに応じて、3レベルの公表が定められている。第1レベルは、24時間以内にラジオ、テレビ、配布物等で公表する必要がある緊急性の高いもの、第2レベルは30日以内に公表すべきもの、第3レベルは、1年以内に公表すべきものである。消費者が理解しやすいよう、必要に応じて英語以外の言語も使用するように求められている。

#### ⑤水道システムのリスク低減からみた効果

水道水の水質異常時における情報提供について詳細に定められていることで、消費者の適切な行動につながると考えられる。また、消費者信頼レポートでは、水質検査結果のみならず水源の汚染源等の評価についても公表されるので、消費者が水源保護に関与する動機ともなり得る。

#### ⑥我が国への適用の可能性とその具体的な方法、並びに、適用に当たっての問題点など

日本の水道法では、水道水質に関する定期的な情報提供内容として、水質検査計画、定期及び臨時の水質検査の結果、水道水の

安全に関する事項が定められている。また、水質事故時等の非常時における危機管理に関する事項も、必要な場合速やかに情報提供することとされている。このように、アメリカ合衆国と同様な制度は有しているが、公表内容や情報提供時期など詳細まで定められてはいない。リスクレベルに応じた情報提供方法、水質項目ごとの雛型の作成など参考となる点が多い。

#### 参考文献

- 1) 非点源の管理, USEPAのHP “Polluted Runoff - Nonpoint Source Pollution”  
<http://www.epa.gov/owow/nps/>
- 2) TMDLプログラム, USEPAのHP “Overview of Impaired Waters and Total Maximum Daily Loads Program”  
<http://www.epa.gov/owow/tmdl/intro.html>
- 3) 水質悪化水域およびTMDLのリスト, USEPAのHP “National Summary of Impaired Waters and TMDL Information”  
[http://iaspub.epa.gov/waters10/attains\\_nation\\_cy.control?p\\_report\\_type=T](http://iaspub.epa.gov/waters10/attains_nation_cy.control?p_report_type=T)
- 4) TMDLの事例, USEPAのHP “TOTAL MAXIMUM DAILY LOADS (TMDL) TEN MILE CREEK, WEST VIRGINIA”  
[http://www.epa.gov/owow/tmdl/examples/metals/wv\\_tenmile.pdf](http://www.epa.gov/owow/tmdl/examples/metals/wv_tenmile.pdf)
- 5) 流域管理ハンドブック, USEPAのHP “Handbook for Developing Watershed Plans to Restore and Protect Our Waters”  
[http://www.epa.gov/nps/watershed\\_handbook/](http://www.epa.gov/nps/watershed_handbook/)
- 6) 水質取引, USEPAのHP “Water Quality Trading”  
<http://www.epa.gov/owow/watershed/tr>

[ading.htm](#)

- 7) ジェームス・ハンロン (2007) : 流域の保全及び再生を目的とした水清浄法の手段の適用, 日米水道水質管理及び下水道技術に関する政府間会議報告書
- 8) NPDES プログラム, USEPA の HP “National Pollutant Discharge Elimination”  
<http://cfpub.epa.gov/npdes/>
- 9) 規則とガイダンス, USEPA の HP “SDWA Regulation & Guidance”  
<http://www.epa.gov/safewater/regs.html>
- 10) 危機管理, USEPA の HP “Water Security”  
<http://www.epa.gov/safewater/watersecurity/index.cfm>
- 11) 危機管理, USEPA の HP “Water Security Initiative”  
[http://www.epa.gov/safewater/watersecurity/pubs/fs\\_watersecurity\\_securityinitiative.pdf](http://www.epa.gov/safewater/watersecurity/pubs/fs_watersecurity_securityinitiative.pdf)
- 12) カリフォルニア州飲料水計画, カリフォルニア州公衆衛生局の HP “Drinking Water Program”  
<http://www.cdph.ca.gov/programs/Pages/DWP.aspx>
- 13) 水質基準, カリフォルニア州公衆衛生局の HP “Chemicals and Contaminants in Drinking Water”  
<http://www.cdph.ca.gov/certlic/drinkingwater/Pages/Chemicalcontaminants.aspx>
- 14) 消費者信頼レポート, カリフォルニア州公衆衛生局の HP “Consumer Confidence Reports (CCRs)”  
<http://www.cdph.ca.gov/certlic/drinkingwater/Pages/CCR.aspx>
- 15) 住民周知, カリフォルニア州公衆衛生局の HP “Templates for Public Notification”

<http://www.cdph.ca.gov/certlic/drinkingwater/Pages/Notices.aspx>

- 16) 水源評価, カリフォルニア州公衆衛生局の HP “Drinking Water Source Assessment and Protection (DWSAP) Program”  
<http://www.cdph.ca.gov/certlic/drinkingwater/Pages/DWSAP.aspx>
- 17) 水源保護, カリフォルニア州公衆衛生局の HP “DWSAP-Source Water Protection”  
<http://www.cdph.ca.gov/certlic/drinkingwater/Pages/DWSAP-Protection.aspx>

## 2. 水道における次亜塩素酸ナトリウム溶液の適切な管理に関する研究

水道水中の塩素酸濃度は、消毒剤等として注入される次亜塩素酸ナトリウムの状態や注入率に影響されることから、昨年度に引き続き次亜塩素酸ナトリウムの注入率の高い 10 水道事業者・10 施設（以下、「高注入事業者」、若しくは「高注入施設」という）について、調査を実施した。今回取りまとめたのは、いずれも、次亜塩素酸ナトリウムの有効塩素濃度の購入仕様が 12% 以上のものである。

なお、高注入施設の選定に当たっては、「水道水質データベース（日本水道協会）」を基に、原水アンモニア態窒素の最大値が概ね 1 mg/L を超えている施設で、追跡調査の 1 箇所を除いて、残りは昨年度と異なる新たな事業者の施設とした。原水は、昨年度と同様に全てが地下水を用いた施設であった。

今回調査を実施した高注入施設の概況は表 1 及び表 2 のとおりであり、次亜塩素酸ナトリウムの注入率は塩素換算で 25.1～10.8mg/L（平均 18.7 mg/L）で、昨年度調査の高注入施設（平均 17.4 mg/L）と同程度の注入率であった。

表 1 次亜塩素酸ナトリウムの概況

高注入事業体 10施設	次亜塩素酸ナトリウム					
	有効塩素	納入 サイクル	有効塩素	塩素酸	臭素酸	比重
	(仕様%)	年平均 (日)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	
平均値	12	21	12.4	3,291	5.1	1.12
最大値	12	40	13.0	6,300	16.0	1.13
最小値	12	7	11.9	810	1.6	1.12

表 2 浄水施設の概況

高注入事業体 10施設	浄 水 施 設						
	原水	次亜 注入率	次亜 使用量	浄水場出口水			浄水量
	アンモニア態窒素 <sup>(注1)</sup> (mg/L)	塩素換算 (mg/L)	(L/日)	残留塩素 <sup>(注2)</sup> (mg/L)	塩素酸 <sup>(注3)</sup> (mg/L)	臭素酸 <sup>(注3)</sup> (mg/L)	(m <sup>3</sup> /日)
平均値	1.93	18.7	193	0.50	0.39	<0.001	1,181
最大値	2.89	25.1	427	0.92	0.92	0.003	2,233
最小値	0.59	10.8	44	0.18	0.16	<0.001	249

注1: 塩素注入の影響のある2施設を除く

注2: 持ち帰り後測定

注3: 受水による影響を含む

2. 1 次亜塩素酸ナトリウムの管理状況等に関する調査結果

アンケート調査の内容は、昨年度と同様に次亜塩素酸アトリウムの「納入～貯蔵」と「仕様・品質」に関するものを主体にしたが、次亜塩素酸ナトリウムの対策部分については、より詳細に聞き取り等を含めたものとした。章末に全調査結果を示す。

2. 1. 1 次亜塩素酸ナトリウムの仕様・品質

(1) 次亜塩素酸ナトリウムの購入仕様

購入仕様書については、90% (9/10) が作成していた。作成していない1施設は、自己水源が15～20%しかなく、希釈効果が

大きく期待できるものであった。作成していた事業体の約半数(4/9)が塩素酸の基準化に伴う対応であり、内容の見直し(強化)を含めると、基準化に伴い何らかの対応を行った事業体は78% (7/9)に及んだ。

(2) 有効塩素濃度の購入仕様

有効塩素濃度と分解速度の関係は、初濃度が高いと分解速度が速くなる二次反応であらわされることを既に示した。昨年度に引き続き本年度の調査でも、購入仕様を変更した施設はなく、全てが有効塩素12%以上であった。これは、貯蔵槽の規模・温度管理、次亜塩素酸ナトリウムの使用量・注入率の関係、更には、注入ポンプ・注入ソ

フトの関係等によるものと改めて推察された。

### (3) 塩素酸濃度の購入仕様

塩素酸濃度の購入仕様の状況を図1に示す。塩素酸についての定めがないものが3施設あった。その内の1施設は①に示した大きな希釈効果が期待できる施設であるが、残り2施設はその浄水が塩素酸の薬品基準を超えているものと、超えそうなものであった。

塩素酸仕様は、「把握無し」があるものの、4,000mg/kg 超がなく、4,000～2,001mg/kg が50% (5/10) と半数、2,000 mg/kg 以下

が20% (2/10) と、比較的高品質の仕様であった。

### (4) 出荷時及び納入時における有効塩素濃度等の把握

出荷時における有効塩素濃度等の把握について図2に示す。

出荷時については、納品書等により確認している施設が90%(9/10)と高い状況であった。しかし、納入時の有効塩素濃度把握については、分析を伴うため10% (1/10) しかない。しかもこの把握している施設は、昨年度薬品基準値を超えていた追跡調査の施設で、改善策の一施策として対応してい

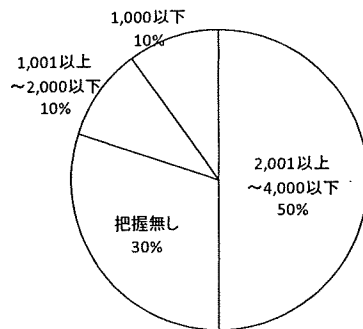


図1 塩素酸含有量 (mg/kg) の割合

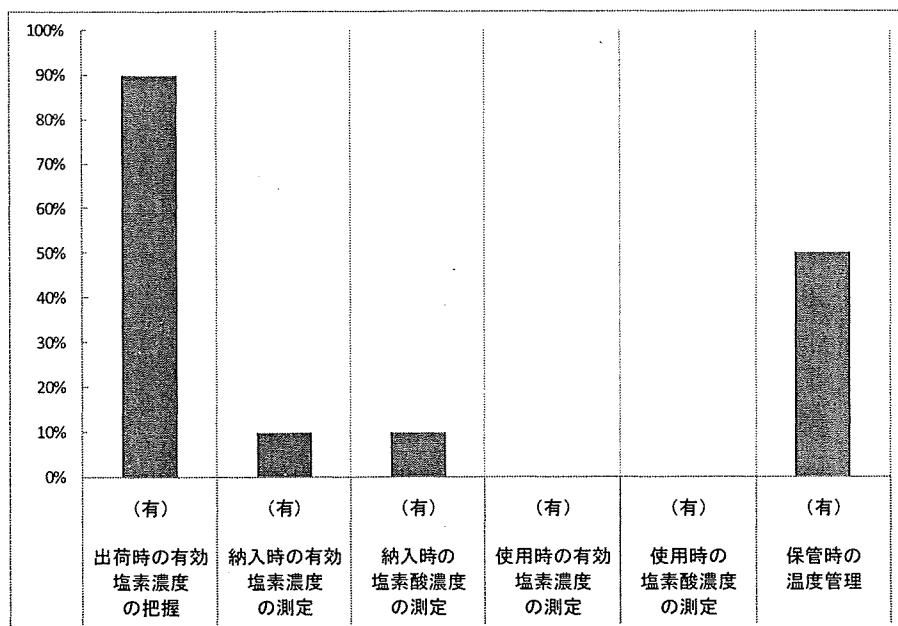


図2 有効塩素等の把握状況

るものであった。

また、納入時の塩素酸濃度把握についても10% (1/10)であり、同様に追跡調査の施設であった。

納入時の濃度把握は、分析を伴うことから昨年度と同様に非常に少ない状況であった。

#### (5) 使用時における有効塩素濃度等の把握

次亜塩素酸ナトリウムは、保管状況によって分解速度は異なるものの塩素酸を生成する。すなわち、次亜塩素酸ナトリウムの劣化である。先に示したが、有効塩素濃度及び塩素酸濃度の把握には分析が伴い、とりわけ、塩素酸の分析は、一定の設備と技術が必要となる。このことから、使用時の有効塩素濃度と塩素酸濃度の把握は、全くなかった。簡易な有効塩素濃度の測定方法として、原液を希釈し、通常の残留塩素計で測定する方法が考えられるが、この場合、希釈による誤差が有効塩素濃度として1~2%に相当するため現場での使用は困難と考えられる。今後、有効塩素濃度の測定が0.1%程度の誤差で行える簡易な方法が見いだされることを期待したい。

#### 2. 1. 2 納入サイクル

納入サイクルは40~7日(平均21日)であり、昨年度の40~6日(平均17日)とほぼ同様であった。また、30日を超えていたのも昨年同様に1施設のみであった。

塩素酸対策として納入サイクルを早めた施設は50% (5/10)あり、保管タンクの容量も影響するが有効な対策の一つと考えられる。

#### 2. 1. 3 保管時の温度管理

次亜塩素酸ナトリウム保管時の温度管理を行っている施設は、50% (5/10)と半数

で(昨年度54%)、冷房設備はいずれの施設もエアコンによるものであった。なお、地域の気候や、貯蔵場所により、冷房設備を必要としない施設もあるが、冷房設備を設けていない施設の約半数(2/5)が、浄水において薬品基準値等を超えていた。

#### 2. 1. 4 まとめ

全体を通して、塩素酸の水質基準化等に伴う対応は、先ず、事業体として対応できるものから実施していることがうかがえる。すなわち、購入仕様書については、仕様書例や次亜塩素酸ナトリウムのグレード等が公に示されたことにより、新たに仕様書を作成したり、これまでの仕様書の内容を吟味・変更するなどの措置がとられている。また、次亜塩素酸ナトリウムの保管時の温度も必要な施設においては概ね管理されてきている。

一方、有効塩素濃度や塩素酸濃度などの把握は、分析を伴うことから、出荷時にはなされるものの、納入時、使用時にはほとんどなされておらず、その難易度による差がみられる。

#### 2. 2 高注入事業体における浄水等の状況(平成21年7月30日~8月21日分析)

##### 2. 2. 1 使用中の次亜塩素酸ナトリウム中の有効塩素濃度と塩素酸濃度の関係

有効塩素濃度と塩素酸濃度の実態を図3に示す。

使用中の次亜塩素酸ナトリウムの有効塩素濃度は13.0~11.9%(平均12.4%)と比較的高く(昨年度平均12.4%)、購入仕様(12%以上)を下回っていたものは3施設のみで(いずれも11.9%)、ほとんどが満足していた。下回った3施設は、保管時の温度管理を行っていないものが2施設で、残

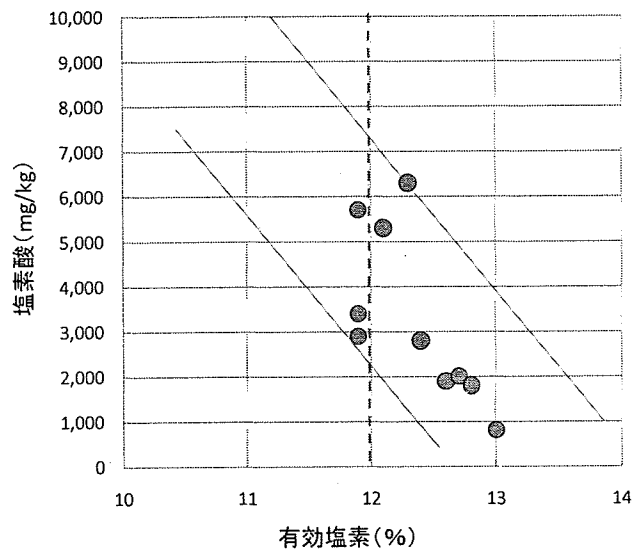


図3 有効塩素濃度と塩素酸濃度の実態

りの1施設は納入間隔が40日間と調査施設の中では最も長いものであった。いずれも保管に課題があるものといえる。

また、有効塩素濃度と塩素酸濃度の関係は、一昨年度に示した関係式

$$Y = -3,517 X + 49,628$$

で表される（有効塩素濃度に応じて平行移動可）。有効塩素濃度が12%において、塩素酸濃度が4,000mg/kgを超えている3施設の製品は、納入時において高品質のものであったとは言い難いが、他の7施設の製品は良質の次亜塩素酸ナトリウムが納入されているものと推察される。

なお、先にも示したが、使用時における有効塩素濃度の測定や、塩素酸濃度を測定しているところは本年度もなかった。

## 2. 2. 2 浄水塩素酸

浄水中の塩素酸濃度は、消毒剤等として用いられる次亜塩素酸ナトリウム中に含まれる不純物としての塩素酸によるところが大きい。このことから、塩素酸が極力低い状態のものを注入することが肝要である。すなわち、次亜塩素酸ナトリウムの分解は、塩素酸の生成を促すとともに、有効塩素濃

度の低下による注入量増とも相まって相乗効果的に浄水中の塩素酸濃度を高めることになる。

塩素注入率と浄水塩素酸の関係を図4に示す。図から、塩素酸の水質基準値（0.6mg/L以下）を超えたところが10施設中1施設、薬品基準値（0.5mg/L以下）を超えたところが更に2施設あることが分かる。特徴的なのは次亜塩素酸ナトリウムの注入率（塩素換算）が、20mg/L前後の5施設（■印）である。塩素注入率は21.2～18.7mg/Lの狭い範囲にありながら、塩素酸濃度は0.92～0.22mg/Lの幅を持っていることである。これらの違いは、次亜塩素酸ナトリウム中の塩素酸含有量の違いによるもので、水質基準値を超過していた1施設の塩素酸含有量は5,300mg/kgであり、購入仕様の4,000mg/kgも超過していた。一方、水質基準値等を満足した2施設は1,800mg/kgと810mg/kgであった。

浄水塩素酸の対策として本年度の特徴は、自己水を受水による希釈で対応している施設がみられたことであった。図5は、昨年度からの追跡調査施設1箇所（\*印）と、受水による対応を行っている施設3箇所

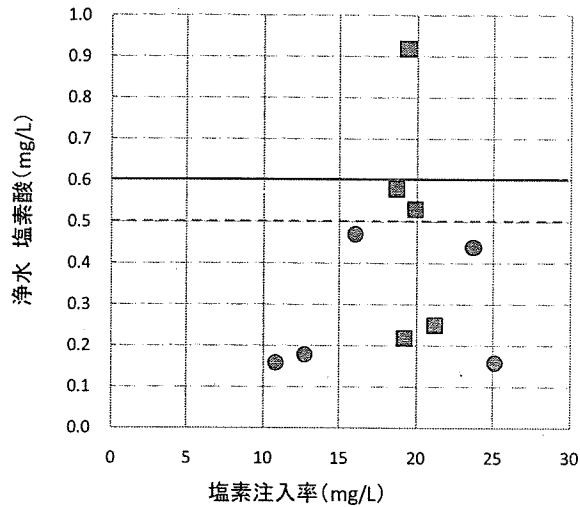


図4 塩素注入率と浄水塩素酸の関係

(○印)の改善結果について示したものである。

①昨年度と比べて改善が図られたもの

昨年度、浄水塩素酸濃度が0.59mg/Lであった施設が、本年度の結果では0.18mg/Lと改善された。次亜塩素酸ナトリウム注入率(塩素換算)は、昨年度13.6mg/L、本年度12.7mg/Lと変わらないが、使用中の次亜塩素酸ナトリウム中の塩素酸含有量が5,700 mg/kgから1,900mg/kgとなったためである。これは、次亜塩素酸ナトリウム中の塩素酸含有量を減らしたことと、保管

時の温度管理を行ったことによるものといえる。

②希釈等による改善効果がみられるもの

受水は、10施設中7施設が行っていた。

図5に示した3施設の白抜き丸印(○印)は、次亜塩素酸ナトリウムの注入量と塩素酸含有量とから浄水中の塩素酸濃度を推測したもので、黒塗り丸印(●印)は実測値である。いずれも、受水比が高いため塩素酸濃度は推測値に比べ、大幅に低くなっている。薬品基準値を満足するために、どの地点で受水するかは薬品基準の考え方に

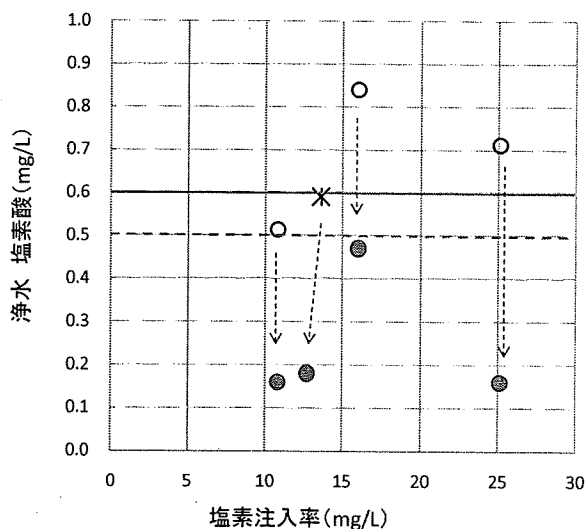


図5 改善状況



よって解釈が分かれるところであるが、塩素酸濃度の高い施設における塩素酸濃度の低い水による希釈は、基準値を遵守するという観点からは効果的な方法といえる。しかし、これにより次亜塩素酸ナトリウムの購入仕様書を作成しないと、保管管理を全く気に掛けないなど、薬品管理がおろそかになっている施設もあった。

なお、残り4施設は、受水前の自己水の浄水を測定、若しくは希釈による影響が小さかったため示さなかった。

本年度の調査結果から、施設における薬品注入率の把握、並びに品質の良好な薬品の購入と適切な保管の重要性が改めて確認できた。すなわち、塩素酸基準を遵守するため、塩素酸含有量の低い次亜塩素酸ナトリウムを購入し、低温保管等による次亜塩素酸ナトリウムの分解抑制が浄水中の塩素酸濃度を抑えるための基本といえる。また、塩素酸濃度の低い水による希釈も、浄水処理の一つの工夫として考えることもできる。

### 2. 2. 3 浄水臭素酸

浄水臭素酸濃度も、次亜塩素酸ナトリウムの注入率と臭素酸の含有量に影響される

が、臭素酸は保管による含有量の増加はない。次亜塩素酸ナトリウムが分解した場合でも、有効塩素濃度の低下分だけが次亜塩素酸ナトリウムの注入増になり、その分だけ臭素酸濃度が単純に増加することになる。このことは既に知られている。

塩素注入率と浄水臭素酸の関係を図6に示す。

本年度の調査結果においても、浄水臭素酸の最大は0.003mg/Lで、臭素酸の水質基準値(0.01 mg/L以下)及び薬品基準(0.005 mg/L以下)を超えた施設はなかった。

使用中の次亜塩素酸ナトリウムの臭素酸含有量は16~1.6 mg/kg (平均5 mg/kg)と低いレベルであった。本年度の調査施設も、次亜塩素酸ナトリウム高注入ということで良質な次亜塩素酸ナトリウムを購入していたことも要因の一つとして考えられるが、次亜塩素酸ナトリウム中の臭素酸を低減する技術は既に多くの製造業者が保有しており、浄水臭素酸濃度の更なる低減化が可能であることが確認された。

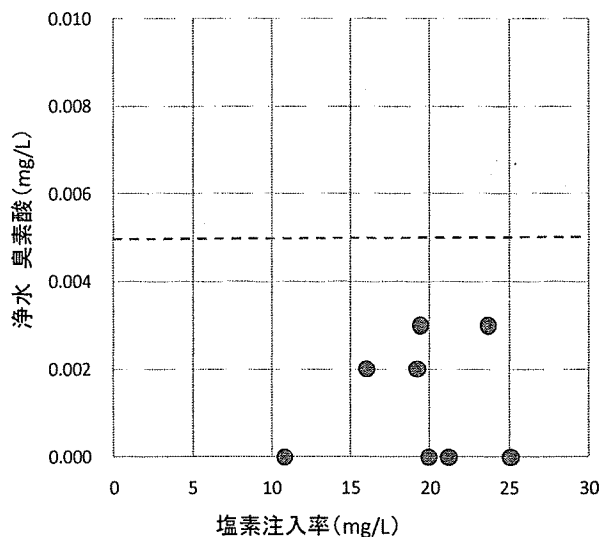


図6 塩素注入率と浄水臭素酸の関係

## 2. 3 次亜塩素酸ナトリウムの管理に関する対策分析

昨年度の調査結果を基に次亜塩素酸ナトリウムにおける対策分析を行い、本年度の調査結果においてその検証を行った。

ここでは、個々の施設における対策の取組状況を、次亜塩素酸ナトリウム中の塩素酸の基準化前と基準化後について、管理に関する対策の方向性を総合的に評価するとともに、検証を行った。

### 2. 3. 1 解析手法について

昨年度調査を実施した、塩素の高注入事業体（24施設）と大規模事業体（49施設）の73施設を調査対象として解析を行った。解析の手法は、対策の実施状況が表3に示す対策項目の有無で回答を得ており、対策

の実施状況の基準化前と基準化後（現状）の状況も把握できるものとなっている。

このように対策項目をカテゴリーとしたデータの総合評価の手法としては、統計的手法の1つである、数量化理論第Ⅲ類を用いて、評価軸を定義して変化状況を解析することができる。

### 2. 3. 2 次亜塩素酸ナトリウムの管理に関する対策の実施状況の総合評価

次亜塩素酸ナトリウムの管理に関する対策の実施状況の総合評価に関する解析は、73施設の基準化前と基準化後（現状）の146サンプルを解析対象とした。これらのデータを同じ座標上にプロットすることで、基準化前と基準化後（現状）の対策の実施状況の動向を解析した。

表3 次亜塩素酸ナトリウムの管理に効果的な対策

番号	対策項目（カテゴリー）	効果的な回答
1	貯蔵槽屋内設置	屋内
2	冷房	あり
3	エアコン	あり
4	貯蔵槽清掃	実施
5	仕様書作成	実施
6	出荷時有効塩素把握	実施
7	納入時有効塩素測定	実施
8	納入時塩素酸測定	実施
9	使用時有効塩素測定	実施
10	使用時塩素注入率設定	実施
11	保管時温度管理	実施

表4に、寄与率が大きいカテゴリー（対策項目）のクロス集計表を示す。

表5に、数量化理論第Ⅲ類を適用した際の、固有値、寄与率、累積寄与率、相関係数を示す。ここでは、11個のカテゴリー（対策項目）を合成し、分類できるとする第1軸は固有値の大きさで決まる。説明性は寄与率で評価できる。第2軸まで約50%の累積寄与率であるので、11個のカテゴリーを2つの軸で半分程度の説明性ある軸として

算定できていることを示している。

次に表6に各カテゴリー（対策項目）のカテゴリースコアを示す。ここに、第1軸のカテゴリースコアは、サンプル（個々の施設における回答）に乗じることで、軸上で特徴を捉えることができる数値とすることができる。このカテゴリースコアの特徴を図7に示すようにプロットすることで、図8の第1軸、第2軸の集約された意味を以下のように定義することとした。

表4 寄与率が大きいカテゴリーのクロス集計表 (73 施設×2 146 サンプル)

項目No.		1	2	3	4	5	6	7
	カテゴリー名	保管時の温度管理	貯蔵槽の清掃	仕様書の作成	出荷時の有効塩素濃度の把握	納入時の有効塩素濃度の測定	納入時の塩素酸濃度の測定	使用時の有効塩素濃度の測定
1	保管時の温度管理	71	27	43	68	35	17	5
2	貯蔵槽の清掃	27	44	31	43	16	10	3
3	仕様書の作成	43	31	97	97	33	18	13
4	出荷時の有効塩素濃度の把握	68	43	97	143	60	22	13
5	納入時の有効塩素濃度の測定	35	16	33	60	60	22	9
6	納入時の塩素酸濃度の測定	17	10	18	22	22	22	5
7	使用時の有効塩素濃度の測定	5	3	13	13	9	5	13

表5 数量化理論第Ⅲ類の固有値、寄与率、相関係数

軸No.	固有値	寄与率	累積寄与率	相関係数
1	0.2134	28.6%	28.6%	0.4620
2	0.1629	21.8%	50.4%	0.4036
3	0.1170	15.7%	66.1%	0.3421
4	0.1026	13.7%	79.8%	0.3203
5	0.0665	8.9%	88.7%	0.2578
6	0.0394	5.3%	94.0%	0.1985
7	0.0225	3.0%	97.0%	0.1501
8	0.0101	1.4%	98.4%	0.1005
9	0.0062	0.8%	99.2%	0.0790
10	0.0057	0.8%	100.0%	0.0757

表6 カテゴリースコア (各軸における変数に乗じる重み)

項目No.	カテゴリー名	1軸	2軸
1	保管時の温度管理	-0.0065	-0.0574
2	貯蔵槽の清掃	-0.0709	-0.0376
3	仕様書の作成	-0.0261	0.0495
4	出荷時の有効塩素濃度の把握	-0.0128	0.0134
5	納入時の有効塩素濃度の測定	0.0737	-0.0360
6	納入時の塩素酸濃度の測定	0.0899	-0.0405
7	使用時の有効塩素濃度の測定	0.1187	0.1588

○第1軸：薬品管理対策の直接度をあらわす軸

第1軸(y軸)のプラス側は薬品の仕様、測定等直接的に規定する対策項目である。一方、マイナス側は、温度管理等の薬品管理の環境に関するものであり間接的なものに分割されている。このことから、薬品管理対策の直接度をあらわす軸として定義した。

○第2軸：薬品管理対策の難易度をあらわす軸

第2軸(x軸)のプラス側は使用時又は出荷時の薬品の測定といった、高注入施設では困難な項目が多く、難易度が高い対策となっている。一方、マイナス側は、保管時の温度管理、貯蔵槽清掃といった比較的容易な対策となっている。このことから、薬品管理対策の難易度をあらわす軸として

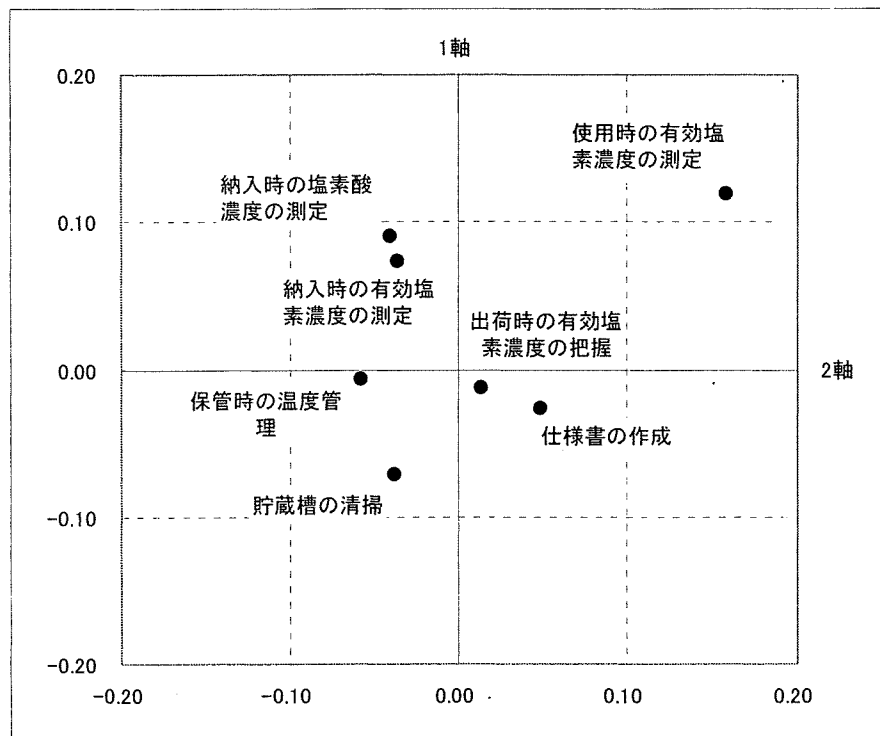


図7 カテゴリースコアのプロット

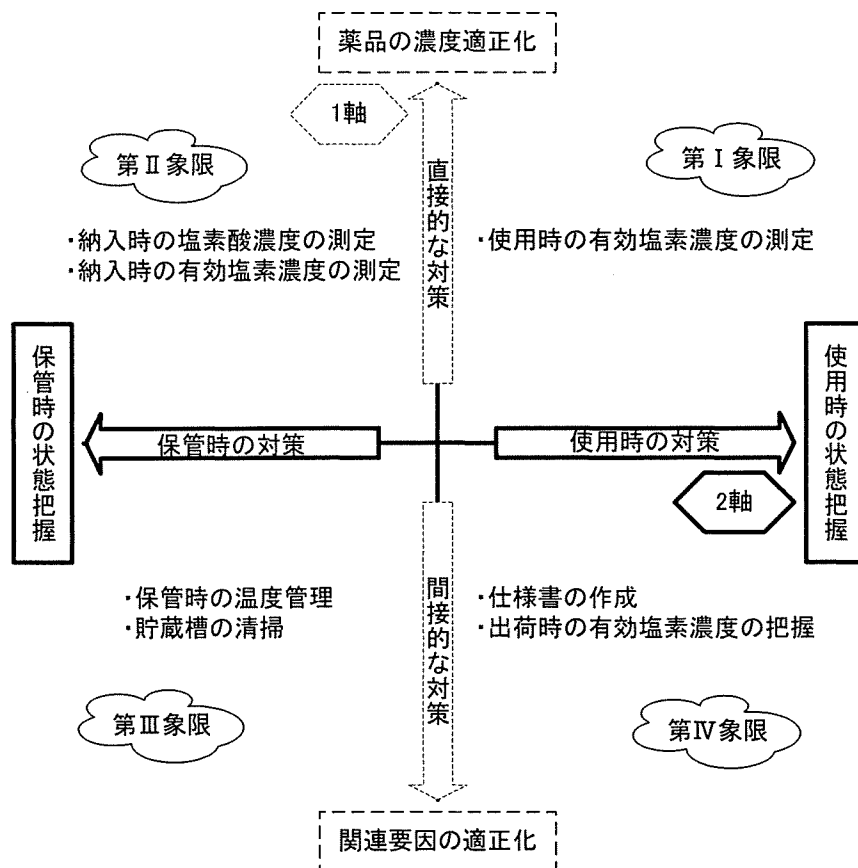


図8 カテゴリースコアのプロット

定義した。

図9は、第1軸と第2軸のカテゴリースコアをサンプルの回答に乗じたサンプルスコアをプロットしたもので、図のサンプル

データの1軸(y軸)、2軸(x軸)のプロット位置の算定方法は表7に示すとおりである。この図から、基準化前から基準化後への動きを捉えることができる。

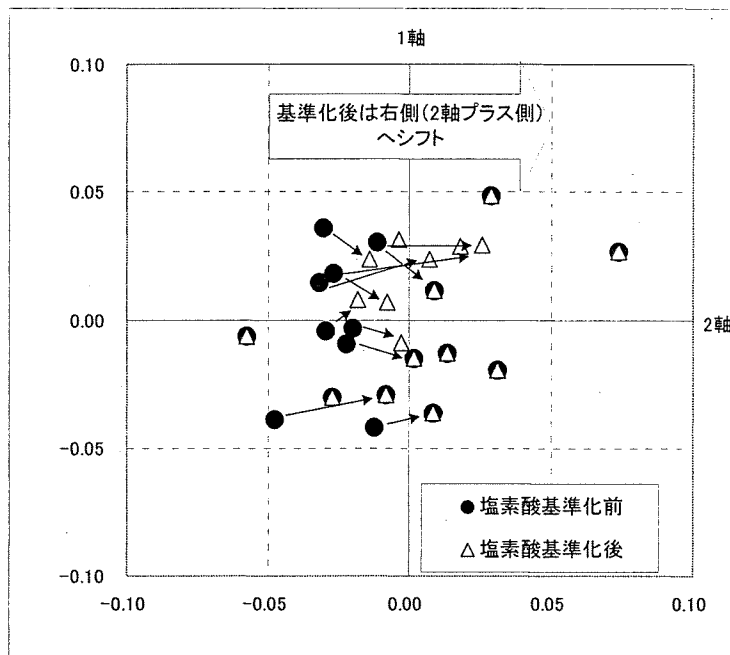


図9 サンプルスコア（重み付きのサンプルデータ）のプロット

表7 サンプルスコアの算定方法

設問項目	回答	カテゴリースコア		回答例 ③	サンプルスコア(プロット値)	
		1軸(y軸) ①	2軸(x軸) ②		1軸(y軸) ④=①×③	2軸(x軸) ⑤=②×③
保管時の温度管理	0:無 1:有	-0.0065	-0.0574	1	-0.0065	-0.0574
貯蔵槽の清掃	0:無 1:有	-0.0709	-0.0376	0	0.0000	0.0000
仕様書の作成	0:無 1:有	-0.0261	0.0495	0	0.0000	0.0000
出荷時の有効塩素濃度の把握	0:無 1:有	-0.0128	0.0134	0	0.0000	0.0000
納入時の有効塩素濃度の測定	0:無 1:有	0.0737	-0.0360	0	0.0000	0.0000
納入時の塩素酸濃度の測定	0:無 1:有	0.0899	-0.0405	1	0.0899	-0.0405
使用時の有効塩素濃度の測定	0:無 1:有	0.1187	0.1588	1	0.1187	0.1588
サンプルスコアの合計(Σ④、Σ⑤)					0.2022	0.0609

また、図8及び図9から、基準化前から基準化後への対策の動向の概要が捉えられ、以下のことが考察できる。

①基準化に伴う対応は、それぞれの施設よ

って講じてきた対策に特徴的な動向があることが分かった。

②対策としては、「使用時の対策」を強化し、仕様書の作成、出荷時の濃度の確認、

使用時の濃度の確認が実施されていることが分かった。

以上、薬品管理対策の相対的な総合評価についてとりまとめたが、個々の水道事業者の施設において、ここで算定した、表6のカテゴリースコアを対策の有無に乗じることで、図8のどこに位置づけられ、今後向かうべき方向、又は講じるべき対策の方向性が確認できるものと考えられる。

### 2. 3. 3 高注入施設における塩素酸基準値超過に関する解析

高注入施設においては、塩素酸基準値超過の有無を目的変数として、数量化理論第II類（カテゴリーデータによる判別分析）を用いて、解析を行った。

基準値超過の有無をそれぞれ有=1、無=2として目的変数とした。温度管理の有無、貯槽清掃の有無、正確な仕様書の有無の3項目を、それぞれ有=1、無=2として説明変数とした。

なお、ここで正確な仕様書の有無とは、塩素の最大注入率に対して塩素酸の基準値を超過しない薬品中の塩素酸濃度を仕様書で規定しているものをいう。ただし、推計

にあたっては、適正な仕様書の有無の情報がないため仕様書の有無を代用した。

これら3つの説明変数は、前述の数量化理論第III類による解析に用いた7つの項目から、説明性の高いものを抽出したものである。

まず、解析の対象とする変数が距離尺度ではないものの、回帰分析を行い、変数の説明性を確認したものを図10に示す。

この図から、施設番号1、2、3の3施設は、実績と推計がほぼ一致しており、回帰式により基準値超過の有無を確実に判定することができる。また、施設番号9は実績と推計が一致していないものの値が1以下であることから超過有の1として判定することが可能である。

これら4施設以外の施設4、5、6、7、8の5施設は、1と2の間に分布しており、明確に判定することは困難である（仮に中間値の1.5を境界値としても変数の大きさでは判断できない）。なお、施設番号7は温度管理の有無のみを実施しており、仕様書は無し、清掃も無しと回答されたものであり、超過の有無を判定することが特に困難であった。

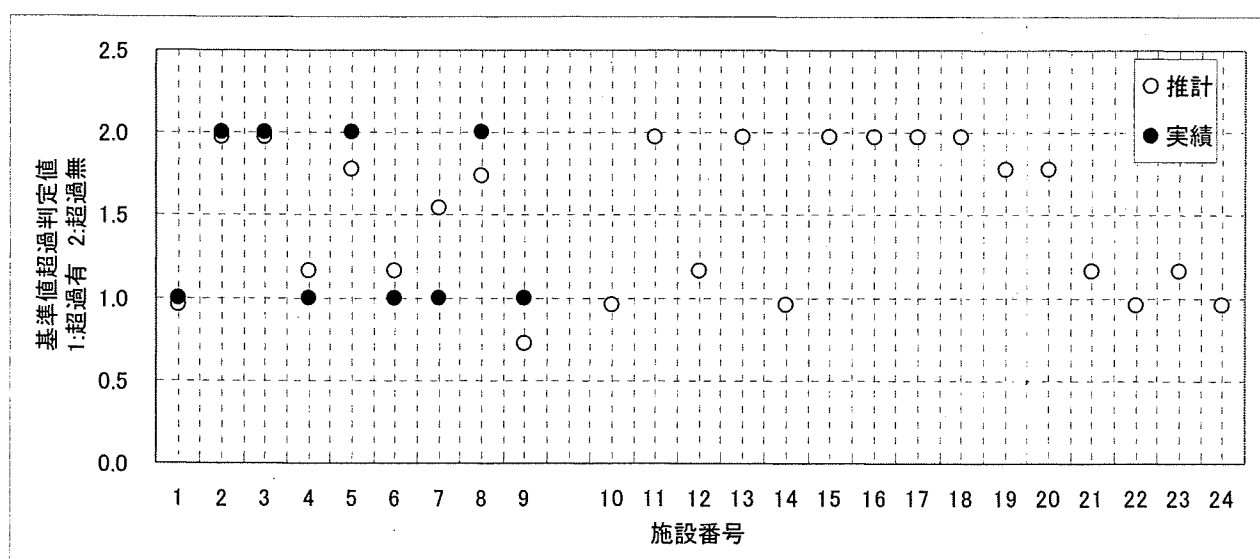


図10 高注入施設における回帰分析による基準値超過の推計

したがって、回帰分析による係数では判定基準の境界値を明確にすることが困難であることから、次に判別式による分析（数量化理論第Ⅱ類）を用いて解析を行うこととした。

数量化理論第Ⅱ類により、超過基準の判定境界を明確にしたものを表 8、図 11、図 12 に示す。

その結果、サンプルスコア-0.90 を判別的中点として、9 つの施設で管理状況のもとに塩素酸超過の評価ができており、塩素酸の基準値超過について全て判定することができた。

これを 15 施設に適用し、水質データがなく超過有無の実態が不明な施設においても管理状況の評価により超過の可能性を推計したものを表 9 に示す。また、塩素酸基準値超過の判定推計ができ、7 つ施設で超過の可能性があるとわかった。

以上のことから、高注入施設においては、塩素酸基準値超過の判定は、温度管理の有無、貯槽清掃の有無、正確な仕様書の有無を質問するのみでも、塩素酸基準値超過の可能性を判定することが可能と考えられる。

以上の検討から、表 10 に示すように、塩素酸基準値超過については、「温度管理をしていない」場合は全てにおいて、超過の可能性を疑う必要がある。また、「温度管理をしている」場合でも「清掃をしていない」と「正確な仕様がない」場合は、超過の可能性を疑う必要がある。

なお、この判定に関するカテゴリースコアは、9 つの高注入施設におけるデータを用いたものであることから、更に判定の精度の向上を図る必要がある。また、個々の設問は、温度管理の程度、清掃の頻度・方法、仕様書の内容などの具体的な事項については行っていないため、回答者の判断に

表 8 塩素酸基準値超過を判定するカテゴリースコア

カテゴリー名	n	カテゴリースコア
温度管理 無	4	1.4701
温度管理 有	5	-1.1760
貯槽清掃 無	4	0.3557
貯槽清掃 有	5	-0.2845
仕様書 無	3	0.5121
仕様書 有	6	-0.2561

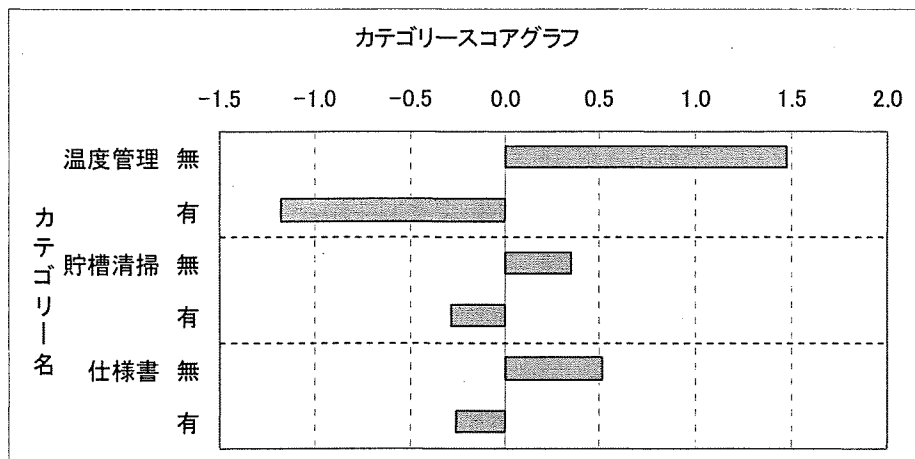


図 11 高注入施設における塩素酸基準値超過を判定するカテゴリースコア

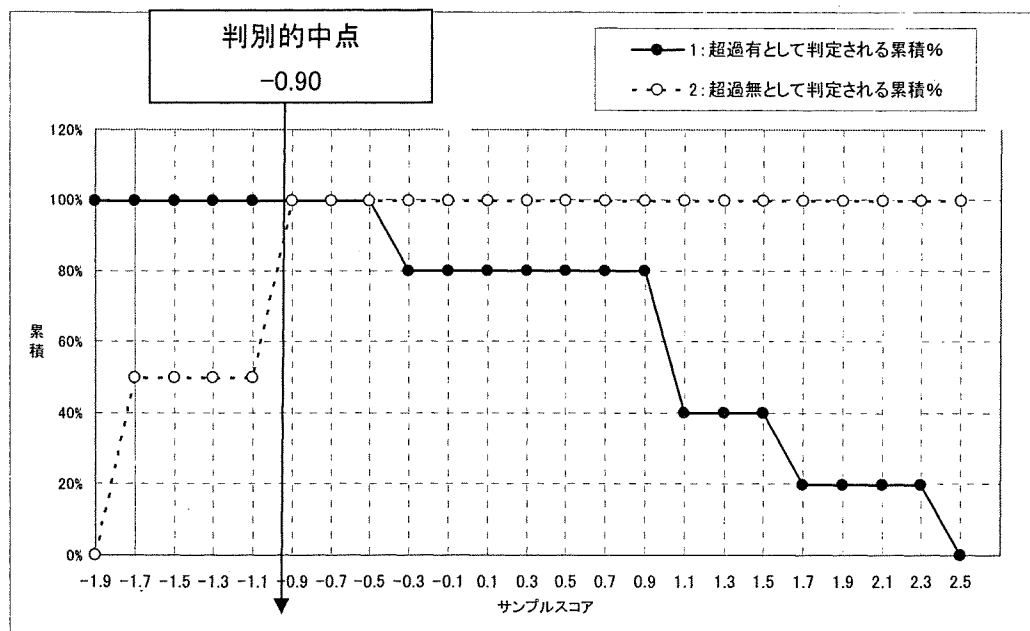


図 12 高注入施設における判別グラフ (判別の midpoint : -0.90)

表 9 高注入施設における塩素酸の基準値超過の可能性評価

施設 番号	実績	保管時の 温度管理	貯蔵槽の 清掃	仕様書の 作成	回帰式	数量化理 論 第Ⅱ類	推計
		1:無 2:有	1:無 2:有	1:無 2:有			
1	1	1	1	2	0.96	1.57	1
2	2	2	2	2	1.97	-1.72	2
3	2	2	2	2	1.97	-1.72	2
4	1	1	2	2	1.16	0.93	1
5	2	2	1	2	1.78	-1.08	2
6	1	1	2	2	1.16	0.93	1
7	1	2	1	1	1.54	-0.31	1
8	2	2	2	1	1.74	-0.95	2
9	1	1	1	1	0.72	2.34	1
10	---	1	1	2	0.96	1.57	1
11	---	2	2	2	1.97	-1.72	2
12	---	1	2	2	1.16	0.93	1
13	---	2	2	2	1.97	-1.72	2
14	---	1	1	2	0.96	1.57	1
15	---	2	2	2	1.97	-1.72	2
16	---	2	2	2	1.97	-1.72	2
17	---	2	2	2	1.97	-1.72	2
18	---	2	2	2	1.97	-1.72	2
19	---	2	1	2	1.78	-1.08	2
20	---	2	1	2	1.78	-1.08	2
21	---	1	2	2	1.16	0.93	1
22	---	1	1	2	0.96	1.57	1
23	---	1	2	2	1.16	0.93	1
24	---	1	1	2	0.96	1.57	1



表 10 高注入施設における塩素酸の基準値超過の可能性評価のまとめ

温度管理の有無	貯槽清掃の有無	仕様書の有無	基準値超過可能性評価
有	有	有	超過可能性は低い
有	有	無	超過可能性は低い
有	無	有	超過可能性は低い
有	無	無	超過可能性は高い
無	有	有	超過可能性は高い
無	有	無	超過可能性は高い
無	無	有	超過可能性は高い
無	無	無	超過可能性は高い

よる曖昧なものであることを考慮する必要がある。

2. 3. 4 本年度の調査結果による基準値超過の可能性評価の検証

本年度調査施設のうち、受水による希釈の影響がない7施設を対象に、基準化後の対応と基準値超過の可能性評価について、前述2)及び3)の結果の検証を行った。

(1) 塩素酸基準化後の施設の対応に関する検証

る検証

昨年度調査と同様に、追加7施設を以下に示す①～⑦の項目について、対策実施状況を数量化理論第Ⅲ類の評価軸上にプロットしたものを図13に示す。その結果、「仕様書の作成」、「出荷時の有効塩素濃度の把握」を新たに行うようにしたことから、全体としては使用時の状況を改善する方向性、すなわち、x軸上における右方向への動きとなっており、昨年度調査の傾向と一致をみた。

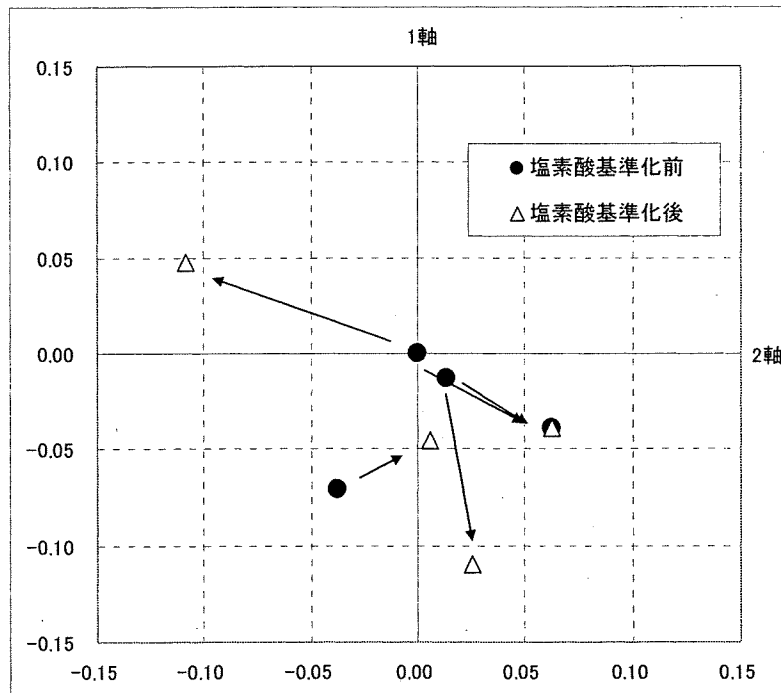


図 13 サンプルスコア(重み付きのサンプルデータ)のプロット(追加データ)

しかし、1施設においては、「納入時の有効塩素濃度の測定」、「納入時の塩素酸濃度の測定」を新たに行うようにしていたため、傾向が異なる方向性となった。この施設は、昨年度からの追跡調査施設であり、基準改正後に二年連続して改善措置が図られたための複雑な動きとなったものと推察される。

対応策の項目（カテゴリー名）

- ①保管時の温度管理
- ②貯蔵槽の清掃
- ③仕様書の作成
- ④出荷時の有効塩素濃度の把握

- ⑤納入時の有効塩素濃度の測定
- ⑥納入時の塩素酸濃度の測定
- ⑦使用時の有効塩素濃度の測定

(2) 基準値超過の可能性評価の検証

表 11 及び図 14 に結果を示す。本年度の調査施設（追加データ）は、施設番号 25～31 である。その結果、2 施設で推計と実績とで異なった結果を得た。

施設番号 26 は、実績では超過しているものの、推計では超過なしと判定された。この原因として、「貯蔵槽の清掃なし」の要素が計算上小さく扱われること、次亜塩素酸

表 11 高注入施設における塩素酸の基準値超過の可能性評価（25 以降追加データ）

施設番号	実績	保管時の温度管理	貯蔵槽の清掃	仕様書の作成	回帰式	数量化理論	推計
		1:無 2:有	1:無 2:有	1:無 2:有		第Ⅱ類	
1	1	1	1	2	0.96	1.57	1
2	2	2	2	2	1.97	-1.72	2
3	2	2	2	2	1.97	-1.72	2
4	1	1	2	2	1.16	0.93	1
5	2	2	1	2	1.78	-1.08	2
6	1	1	2	2	1.16	0.93	1
7	1	2	1	1	1.54	-0.31	1
8	2	2	2	1	1.74	-0.95	2
9	1	1	1	1	0.72	2.34	1
10	---	1	1	2	0.96	1.57	1
11	---	2	2	2	1.97	-1.72	2
12	---	1	2	2	1.16	0.93	1
13	---	2	2	2	1.97	-1.72	2
14	---	1	1	2	0.96	1.57	1
15	---	2	2	2	1.97	-1.72	2
16	---	2	2	2	1.97	-1.72	2
17	---	2	2	2	1.97	-1.72	2
18	---	2	2	2	1.97	-1.72	2
19	---	2	1	2	1.78	-1.08	2
20	---	2	1	2	1.78	-1.08	2
21	---	1	2	2	1.16	0.93	1
22	---	1	1	2	0.96	1.57	1
23	---	1	2	2	1.16	0.93	1
24	---	1	1	2	0.96	1.57	1
25	2	2	2	2	1.97	-1.72	2
26	1	2	1	2	1.78	-1.08	2
27	2	2	1	2	1.78	-1.08	2
28	2	1	1	2	0.96	1.57	1
29	2	2	1	2	1.78	-1.08	2
30	1	1	2	2	1.16	0.93	1
31	1	1	1	2	0.96	1.57	1

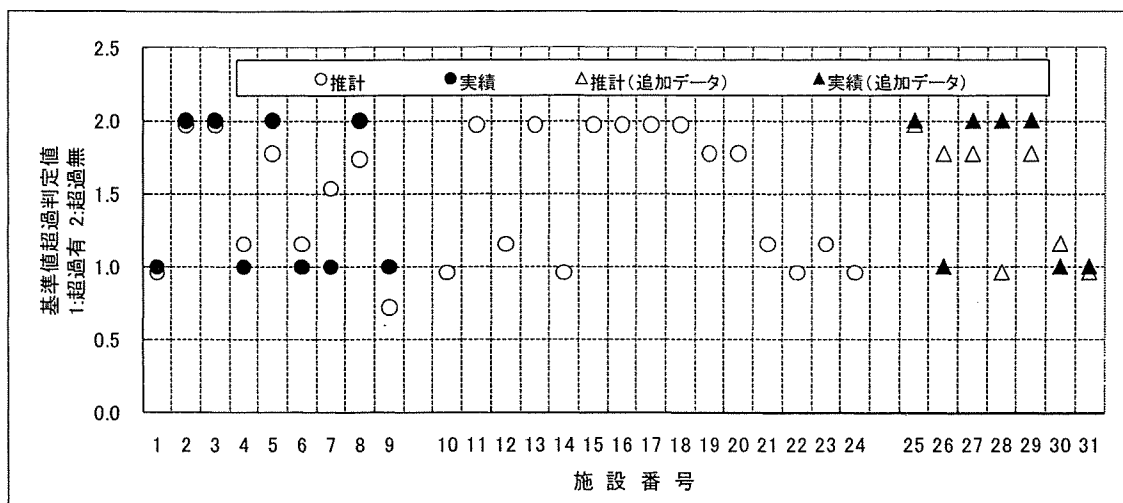


図 14 高注入施設における回帰分析による基準値超過の推計（25以降追加データ）

ナトリウムの劣化があり実際の注入量ももっと多かったことなどが推察される。

一方、施設番号 28 は、実績では超過していないが、推計では超過していると判定された。この原因として、「保管時の温度管理なし」の要素が計算上大きく扱われることによるが、実際は塩素酸濃度が使用中においても 1,800mg/kg と良質な状態が維持されていたためと推察される（購入仕様 2,000mg/kg 以下）。温度管理の必要性のない地域等においては、「保管時の温度管理なし」であっても、「保管時の温度管理あり」として扱えるような設問を行う必要がある。

#### D. 結論

水道の水質管理及び集水域の管理につき、昨年度に引き続き、オーストラリア、カナダ、ヨーロッパ連合（EU）、フランス、ドイツ、イギリス、韓国、オランダ、ニュージーランド及びアメリカ合衆国を対象に、ウェブ情報等に基づき調査した。さらに、これらの調査結果に基づき、いくつかの国の水質管理制度などの優れていると考えられる点について、その要点を取りまとめるとともに、水道システムのリスク低減の面から見た効果と問題点や、わが国への適用

の可能性とその具体的方法、並びに、適用に当たっての問題点などについても検討した。

カナダでは、水道事業者及び水質検査機関を対象に毎年監査を行っており、違反した場合には改善を命令したり、課徴金を課したりするなど措置が取られている。

ドイツでは、地下水と貯水池を対象に水道水源保護区域を指定（2004年現在、指定区域数は 13,428 ヶ所、総面積は 43,100 km<sup>2</sup> で、国土面積の約 12%）して、水道水源の保全に努めている。また、公共用水域へ排出される排水に対して賦課金を課し、これによって得られた資金を水環境保全に再投資しており、フランスやオランダでも同様の制度を採用している。このほか、ドイツでは、地下水の水質保全を目的として、農業との協働による窒素肥料施用量の削減の取り組みも行っている。

イギリスでは、ドイツの場合と同様に水源保全区域を指定するとともに、イングランド及びウェールズの約 55% の広範な地域を硝酸塩監視区域として指定し、地下水の硝酸塩による汚染の防止を図っている。

韓国では、四大河川流域の統合的水質管理政策を実施して、水道水源等水環境の保

全を図っているほか、水道管路の定期検査を義務付け、全浄水場を対象に管理・運営実態を評価してその結果を公表している。

オランダでは、水道水の微生物学的リスクの定量評価（QMRA）を水道事業体に義務付けているほか、通常の基準項目の他に、浄水処理の管理に関する項目及び原水監視のための項目を定めている。

ニュージーランドでは、水道水質基準を柔軟に運用しており、水安全計画の作成を水道事業体に義務付けるとともに、水道水評価官（Drinking Water Assessor）が水道事業体をきめ細かに指導し、水道事業を公衆衛生面から格付けしてその結果を公表している。

アメリカ合衆国では、水道水質管理の面で広範かつ包括的な取り組みを以前から行ってきており、中でも水道事業者から水道利用者への情報伝達に関しては、消費者信頼報告書（Consumer Confidence Report）の作成を義務付けるなど先進的に取り組んでいる。

以上のほか、EU では、水枠組み指令（Water Framework Directive）を定めて加盟各国における水環境改善への取り組みを促すとともに、ポータルサイト欧州水情報システム（Water Information System for Europe、略称 WISE）を設けて、水質関連情報の収集と蓄積に取り組んでいる。

以上述べたように、ドイツ、イギリス、韓国等においては、水源保全の面で日本に比べてより踏み込んだ規制的措施が取られている。ニュージーランドにおける水道事業体の公衆衛生面からの格付け、韓国における浄水場管理・運営実態の評価等、情報公開を梃子にした現状改善・向上策は、規制を補完する有力な政策手法である。このように、各国が国情に合わせて様々な取り組みを行っており、わが国においても今後これらを大いに参考にして、より適切な水

道水質管理及び集水域管理のあり方を検討すべきであろう。

また、塩素酸が水質基準に追加された後の状況及び薬品基準の強化後の状況について、高注入施設 10 箇所を対象に調査した結果は、概ね昨年度と同様であった。

全体を通して、塩素酸の水質基準化等に伴う対応は、まず、事業体として対応できるものから実施していることがうかがえた。すなわち、購入仕様書の作成と記載内容の吟味などの対応が図られていた。また、次亜塩素酸ナトリウムの保管時の温度管理も必要な施設においては概ねなされていた。

一方、出荷時や浄水施設等における有効塩素濃度や塩素酸濃度などの把握は、分析を伴うことから、その難易度による差が見られた。

使用中の次亜塩素酸ナトリウムと浄水等の状況については、本年度の調査結果から、施設における薬品注入率の把握、品質の良好な薬品の購入と適切な保管の重要性が改めて確認できた。すなわち、塩素酸基準値を遵守するため、塩素酸含有量の低い次亜塩素酸ナトリウムを購入し、低温保管等により次亜塩素酸ナトリウムの分解を抑制することが、浄水中の塩素酸濃度を抑えるための基本といえる。また、塩素酸濃度の低い水による希釈も、浄水処理の一つの工夫として考えることができる。

次亜塩素酸ナトリウムの管理に関する対策の実施状況の総合評価を、基準化前と基準化後の対策の実施状況の動向から解析したところ、「使用時の対策」を強化し、仕様書の作成、出荷時の濃度の確認を実施していることが分かった。また、高注入施設における、塩素酸基準値超過の有無を目的変数として、数量化理論第Ⅱ類（カテゴリーデータによる判別分析）を用いて解析したところ、①保管時の温度管理、②貯蔵槽の清掃、③仕様書（注入実態に見合った）の