

広島市水道局 令和4年度水質試験年報（第46集）別冊 調査研究 目次

1	鹿ノ道浄水場における硝酸態窒素の上昇.....	1
2	スピロギラの年間傾向及びスピロギラ発生時の前塩素処理について.....	4
3	追加塩素施設の再配置検討.....	7
4	ウェット炭における2-MIB 価試験方法の検討.....	10
5	固相抽出-GC/MS 測定農薬のダイレクト-LC/MS 法への変更検討.....	12
6	色度測定による有効塩素濃度簡易測定法の検討.....	20
7	水質版 BCP の策定.....	22

# 鹿ノ道浄水場における硝酸態窒素の上昇

## 1 調査概要

鹿ノ道浄水場は、原水として1号井と2号井の2つがあり、交互にほぼ同等の量を取水している。このうち1号井原水の硝酸態窒素が、冬場に上昇する傾向が2020年度から顕著になっており、これに伴って、浄水の硝酸態窒素も上昇していた。季節変動が大きいことから、濃度挙動を調査、解析した。

## 2 調査方法及び結果

2021年1月から2023年3月まで原水1号、原水2号、浄水及び給水栓水を月1回の定期検査の試料について、同時に硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素の測定を実施した。ちなみに浄水及び給水栓水について、告示法で求められているエチレンジアミンは添加していない。また、3か月に1度の全項目検査時は、エチレンジアミンを添加した告示法の検査結果を用いた。

2020年度以前の検査結果を含めた硝酸態窒素の濃度推移を図1に示す。2020年と2021年の冬季に浄水及び給水栓水で2.0mg/L程度、原水1号で3.0mg/Lを超過する結果が得られた。一方、4月～10月は低く、また2022年度の冬季は前の2年と比較すると濃度上昇がみられなかった。

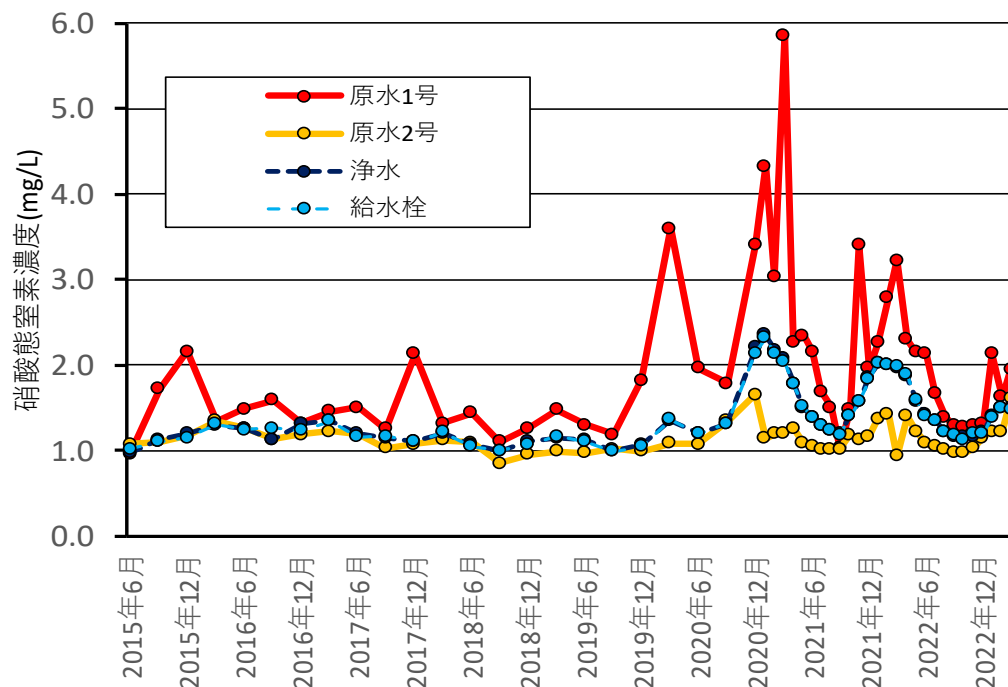


図1 鹿ノ道浄水場系の硝酸態窒素の濃度推移

### 3 他の水質項目との関係

原水 1 号の各水質項目について、2021 年 9 月と 2022 年 3 月の比較を行った。硝酸態窒素は、3 倍近くになっているのに対し、同等に上昇している項目はなかった。電気伝導率、蒸発残留物、カルシウム、マグネシウムは 10% 程度上昇していたのに対し、ナトリウム、塩化物イオンは減少していた。上昇していた項目のうち、モニタリングが容易な項目は電気伝導率である。浄水の電気伝導率と硝酸態窒素濃度を比較すると、その挙動がほぼ一致していた (図 2)。また、すべてのデータから電気伝導率と硝酸態窒素濃度の相関値を求めると、0.91 と高い相関が得られた (図 3)。

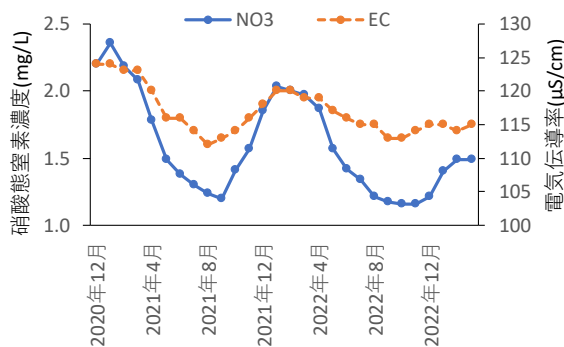


図 2 鹿ノ道浄水場浄水の硝酸態窒素と電気伝導率の推移

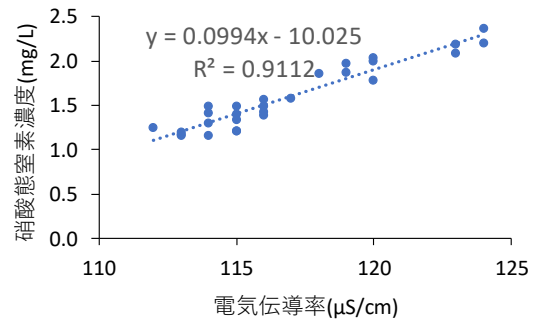


図 3 鹿ノ道浄水場浄水の硝酸態窒素と電気伝導率の相関

### 4 濃度挙動分析

原水 1 号、原水 2 号、浄水の硝酸態窒素濃度を比較すると、浄水濃度がそれぞれの原水濃度の間付近になっていない時があった。一方、取水ポンプ稼働時間は、1 号と 2 号が偏りなく作動している。さらに、浄水と給水栓水の硝酸態窒素の濃度差はほとんどなかった。

浄水と給水栓水の濃度差がないことから、浄水の硝酸態窒素の濃度は数時間から数日範囲での変化はなく、安定していると考えられる。したがって、実際のところは 1 号と 2 号の原水がほぼ同比率で混和されて浄水になっていると思われる。ところが、浄水濃度が 2 つの原水の間濃度になっていない。この理由は、定期採水時の原水における硝酸態窒素の濃度が、安定していないためと考えられた。

原水 1 号の硝酸態窒素濃度が 2.5mg/L を超えている時のデータを検証した。図 4 で縦軸の誤差率は、理論値 (原水 1 号と 2 号の平均値) と実測値 (浄水の濃度値) の誤差率を示す。一方、横軸の時間差は原水 1 号の採水時間と最後の取水時間の時間差を示す。時間差が 6 時間を超えると、誤差率が大きくなっていった。このことから硝酸態窒素が高濃度となる水脈があり、取水ポンプが動くことで井戸内が混合されて濃度が下がると推測された。

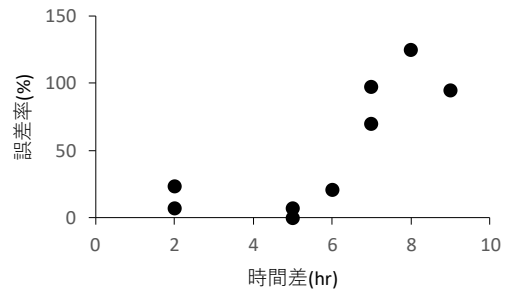


図 4 原水 1 号の採水時間差と浄水との濃度誤差率

浄水などから、原水の硝酸態窒素の濃度挙動を予測すると、原水 2 号は 1mg/L 程度で一定で、原水 1 号が冬場に 2~4mg/L に上昇すると考えられる。

## 5 考えられる濃度上昇原因

原水井戸の周辺は、水田となっている。また、比較的高くなるのは、12 月~2 月である。硝酸態窒素は、植物の栄養塩となる上、水溶性が高いのに対し、土壌吸着率は低い。また、土づくりのため施肥は、11 月~12 月に行われる。このため、稲作を行っておらず、土壌が乾燥する時期は、降雨などにより地下水に混入しやすいものと思われる。

## 6 今後の調査

2020 年度に浄水を含めて高くなったが、2021 年度、2022 年度と徐々に低下していた。また、浄水の硝酸態窒素濃度は電気伝導率から予測が可能なことから、2020 年度~2022 年度で実施した月 1 回の原水・浄水・給水栓水での硝酸態窒素の調査を終了し、全項目検査時の硝酸態窒素の結果と月検査の電気伝導率の結果で監視を行うこととした。

## スピロギラの年間傾向と前塩素処理における対応

### 1 はじめに

本市の主要浄水場の一つである緑井浄水場は、高瀬堰貯水池内の右岸側に位置する八木取水口から太田川表流水を取水している。この八木取水口の上流域河床において緑藻類の *Spirogyra* spp. (以下、「スピロギラ」という。) が繁茂することがある。平成 21 年には、緑井浄水場原水 (以下、「緑井原水」という。) にスピロギラが大量に流入し、急速ろ過池で閉塞障害が発生した。

これまで、スピロギラは春先から初夏にかけて多く検出される傾向にあり、スピロギラ発生状況の監視は同時期に限っていた。しかし、令和 3 年 12 月に 2,500 単位/L (1 単位 = 500 $\mu$ m) ものスピロギラが観察されたことから、冬場でも多くのスピロギラが検出される可能性があることが分かった。

そこで、令和 4 年 4 月から令和 5 年 2 月のスピロギラ数の推移を調査した。さらに、前塩素処理を想定したジャーテストを行い、前塩素の注入率を検討したので併せて報告する。

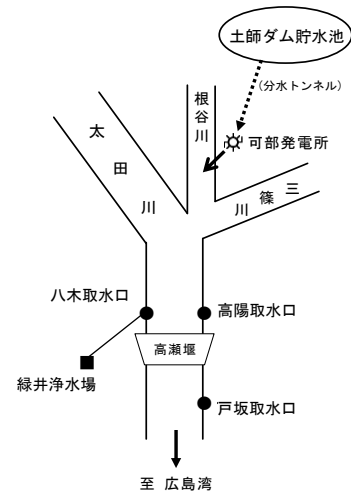


図 1 太田川中流域概略図

### 2 令和 4 年度のスピロギラ検出数の推移

緑井原水及び高陽浄水場原水 (以下、「高陽原水」という。) のスピロギラについて監視を行った。通常時は週 1 回行い、原水中のスピロギラ検出数が多くなった際は調査頻度を上げ、さらに八木取水口上流域での繁茂状況を目視で確認した。なお、高陽原水については、可部発電所放流水の影響を除くため、可部発電所の放流時間外に採水を行った。原水スピロギラ検出数の推移を図 2 及び図 3 に示す。

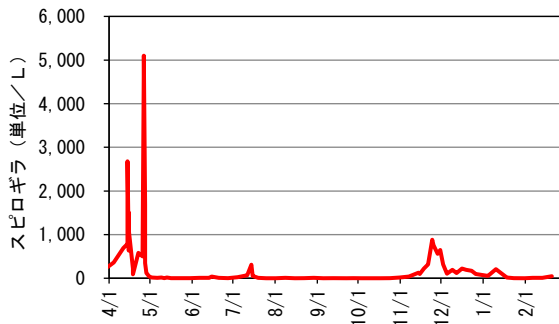


図 2 緑井原水スピロギラ数

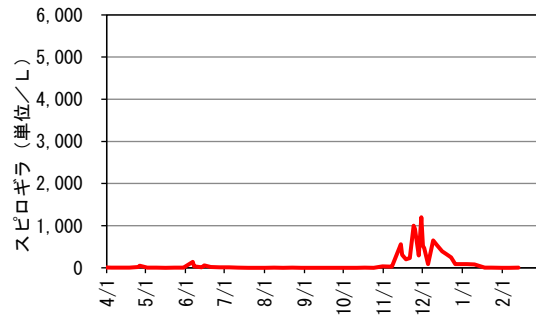


図 3 高陽原水スピロギラ数

緑井原水については、4 月初旬から下旬にかけて多くのスピロギラが観察された。同時期の高瀬観測所における降水量と緑井原水のスピロギラ数を図 4 に示す。最も多く検出されたのは 4 月 26 日の 5,100 単位/L で、八木取水口直上流に繁茂したスピロギラが、降雨によって流され八木取水口に流入したと考えられた。また、11 月から 12 月にかけてもスピロギラ数が上昇した。

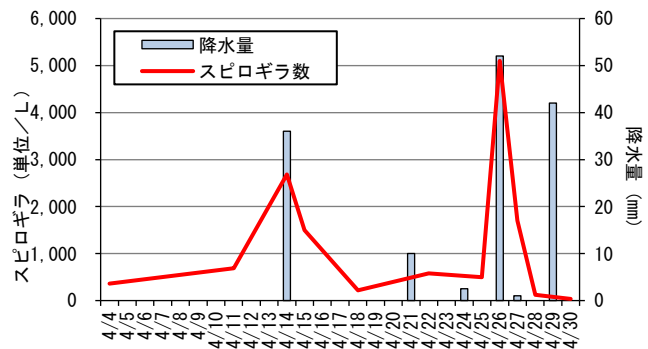


図 4 降水量と緑井原水スピロギラ数

冬季の高陽原水スピロギラ数については、緑井原水と同時期に上昇が見られることから、4月の上昇時に発生源となっていた八木取水口直上流よりも、さらに上流域に繁茂した場所があると考えられた。以上のことから、スピロギラは春先から初夏に増加し、冬場に減少するが、河川の一部に引き続き生息しており、まとまった降雨があるなどの条件によっては下流部に流下すると考えられた。

### 3 令和4年度の前塩素処理

令和4年4月26日、緑井浄水場において大雨による原水着臭が予想されたため、臭気対策として粉末活性炭 5ppm の注入を10時から開始した。13時に八木取水口で採水した原水のスピロギラ数が4,900単位/Lであったことから、前塩素注入の基準となる10,000単位/Lを超過する可能性が高いと判断し、緑井浄水場へ前塩素及び粉末活性炭 10ppm の注入を依頼した。スピロギラに効果のある前塩素注入率は0.7ppm~1.5ppmと文献<sup>1)</sup>にあることから、前塩素注入率は0.7ppmとした。前塩素及び活性炭注入中の浄水処理は滞りなく実施され、ろ過に関して問題は生じなかった。その後、処理水及び原水でのスピロギラ数が減ったことを確認し、対応を終了した。これまでの前塩素注入率は、過去の実績から1ppm<sup>2)</sup>としていたが、0.7ppmでも対応可能であることが判った。

### 4 ジャーテストによる前塩素注入率の検討

前塩素注入時には、配水過程における塩素消費量及び消毒副生成物濃度の増加や、異臭の発生が懸念される。そのため、粉末活性炭を注入する場合であっても、できるだけ前塩素注入量を低減化することが望ましい。実際に、令和3年に実施した緑井浄水場での前塩素注入では、異臭が発生した際に粉末活性炭の注入不良があり、異臭に関する問い合わせが殺到した例がある。

3により、注入量を1ppm以下に低減化できると判明したことから、スピロギラに対する前塩素注入率の検討を行った。

まず、八木取水口上流域で採取したスピロギラを、計数しやすくするためハサミで短くカットしバラバラの状態にした後、高陽原水を用いて希釈した。希釈後のスピロギラ数は約10,000単位/Lであった。これに活性炭を5ppmとなるよう添加し、有効塩素0ppmから2.0ppmまで8段階の濃度で次亜塩素酸ナトリウムを注入したものを試料とし、PACを用いてジャーテストを行った。静置時の条件として、明条件と暗条件の2種類の方法をとった。これは緑井浄水場の高速凝集沈殿池は上方向から日光が差し込むことで、浮上性のあるスピロギラが上昇しやすいと考えられるが、高陽及び牛田浄水場は混和池から沈殿池までに傾斜板等の設置物があり、日光が遮られやすいためであり、各浄水場の日光照射状況を模擬的に再現した。明条件はジャーテスターの背面と底面を点灯させた状態で静置し、暗条件はジャーテスターの点灯をせず、遮光した状態にして静置した。攪拌及び静置後、上澄みのスピロギラ数を計測し、除去率を算出した。ジャーテストの条件を表1に、各条件におけるスピロギラ除去率を図5及び図6に示す。

表1 ジャーテスト条件

希釈水	1L(高陽原水ベース)
スピロギラ数	約10,000単位/L
粉末活性炭注入率(50% wet)	5ppm
有効塩素注入率	0、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0、2.0ppm
凝集剤注入率	PAC 14ppm
攪拌強度及び時間	120rpm(30s)→90rpm(1min)→60rpm(30min)
静置時間	10min

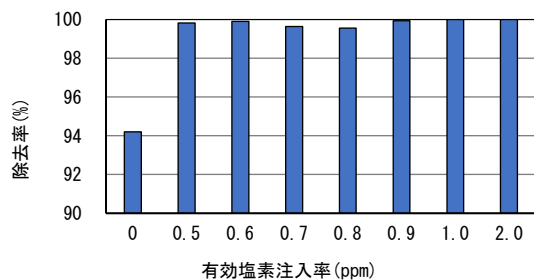


図5 スピロギラ除去率 (明条件)

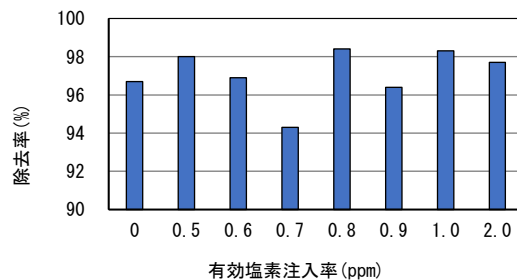


図6 スピロギラ除去率 (暗条件)

両条件とも除去率は90%以上となった。明条件では前塩素注入を行った試料は、注入率に関わらず除去率がほぼ100%であった。一方、暗条件では結果にばらつきが見られ、静置時間中の光の影響は不明だった。

前塩素処理をしていないスピロギラの顕微鏡写真を図7に、前塩素処理をしたもの顕微鏡写真を図8に示す。前塩素処理をしていないものは、らせん状の葉緑体が明確で、鞘も観察することができた。一方で、前塩素注入をした全ての試料について、スピロギラの鞘が見えにくくなり、葉緑体のらせんもぼやけて見えるようになったことから、前塩素注入は最低注入率であった0.5ppmでも効果があると考えられた。

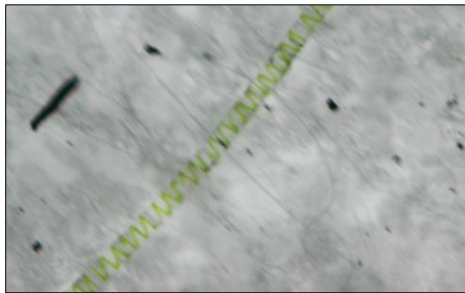


図7 前塩素処理無しのスピロギラ



図8 前塩素処理をしたスピロギラ

## 5 まとめ

今回の前塩素0ppmでのスピロギラ除去率の結果は明暗両条件とも90%以上であり、平成21年調査時の平均76%(67~85%)<sup>2)</sup>とは大きく異なっていた。当時の調査では降雨後の高濁度水をベースとしていたうえ、凝集剤に硫酸バンドを使用していたことが大きな差を生じた原因として考えられた。他にも、本調査ではスピロギラをハサミでカットしたために除去率が高くなった可能性が考えられた。なお、今回希釈水に使用した高陽原水はTOC 0.57mg/Lであった。また、平成21年調査の前塩素注入率1.0ppmのスピロギラ除去率平均は93%(90~97%)という結果であり、今回の実験結果と概ね同じであった。

今後は、スピロギラが下流へ流れる際の水や雨天時の高濁度水にスピロギラを添加するなどして、より実際に近い条件でジャーテストを行い、前塩素注入率についてさらなる検討を行っていく。また、ジャーテスト後静置時の明暗条件等もさらに検討を行っていく。

## 参考文献

- 1) 日本水道協会編. “緑藻類”. 日本の水道生物—写真と解説—改訂版. 2007, p. 79
- 2) 竹之内俊孝, 木村英雄, 中田浩三. スピロギラによるろ過閉塞事例. 第62回全国水道研究発表会講演集. 2011, p. 322-333.

# 追加塩素施設の再配置検討

## 1 はじめに

当市は、山地部が市域面積の 2/3 近くを占め、平地部が狭いという地理的特徴を有する。人口増加基調の高度成長期に郊外の宅地開発が進み、それに伴って、比較的小規模の配水池が多数建設され、大小計 183 箇所の配水池を有している（2023 年度現在）。さらに、遊離残留塩素濃度（以下「残塩」という。）確保のため、追加塩素（以下「追塩」という。）施設を、現在までに 61 箇所整備した。

しかしながら、より郊外への宅地開発の進展、節水機器の普及や生活環境の変化に伴う水需要の低下等により、残塩低下箇所が変化してきており、追塩施設の配置箇所が最適とは言い難い状況になっている。このような状況を改善するため、追塩施設の再配置を検討した結果について報告する。

## 2 残塩分布の把握と目標値

追塩施設をより効果的に配置していくためには、残塩分布の把握が不可欠である。これまでに、筆者らは残塩推定モデルを構築し<sup>1)</sup>、諸条件を設定して給水区域全体の残塩を推定できる環境を整備した。

また、追塩施設の再配置に当たっては、全給水区域の目標平均値を 0.5mg/L に設定した。これは、施設整備の実現可能性や管理・制御能力を考慮して、達成可能な目標値として定めたものである。なお、現状の定期検査結果年間平均値（2021 年度実績）は 0.57mg/L である。

## 3 追塩施設の再配置

### 3.1 概要

大まかには、①浄水場出口残塩の決定、②1 次追塩施設の配置、③2 次追塩施設の配置、……の順で、長距離の行き止まり管等の特異的な箇所を除く全ての末端残塩が基準を満たすまで、繰り返し残塩推定を行いながら仮想的に配置を進めた（図 1）。

水温等の条件は夏期を想定した。なぜなら、最も残塩消費が大きくなる夏期を想定して整備すれば、年間を通して足りるからである。また、理想的な配置を求めるため、給水区域に追塩施設が無い状態から開始し、追塩施設を配置していく形態とした。

なお、当市給水区域において、複数の浄水場系統の水が混合していると考えられる配水池（黄金山配水池等）が存在するが、それらは単一の浄水場系統に属するものとした（管網計算ソフトの仕様による）。

### 3.2 理想的な配置箇所

浄水場系統ごとの追塩施設の箇所数を表 1 に示す。なお、追塩施設は原則として、配水池又は配水池への揚水ポンプ所に配置する。

追塩施設の設置時と比べて残塩低下箇所が変化しており、理想的な配置箇所は、現状とは部分的に異なるものであった。追塩施設の再配置を行って理想的な配置箇所とした場合、現状に比べ、全体で 15 施設が廃止（削減）できることが分かった。

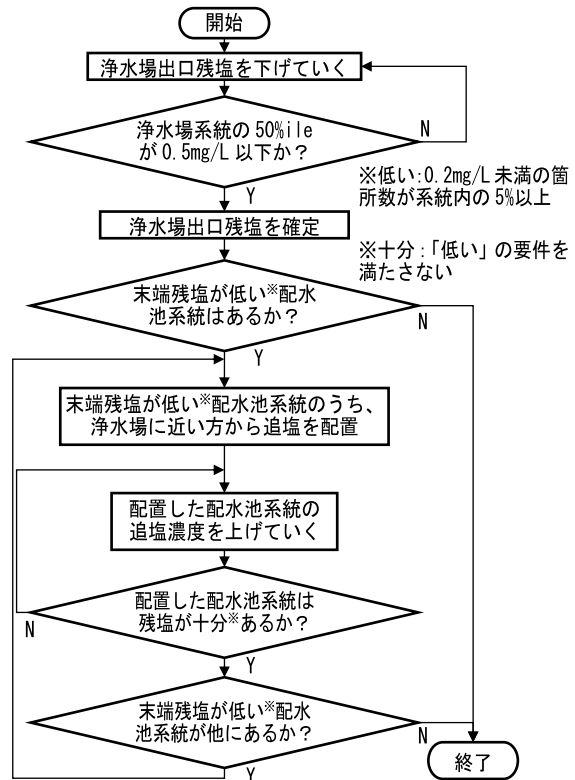


図 1 追塩施設の再配置検討フロー

表 1 追塩施設の箇所数

浄水場系統	牛田	緑井	高陽	湯来	東部受水	西部受水	全体
現状	4	25	16	4	7	5	61
再配置後	6	12	10	5	9	4	46
増減	2	▲13	▲6	1	2	▲1	▲15
うち新設	3	5	2	2	6	2	20
うち廃止	▲1	▲18	▲8	▲1	▲4	▲3	▲35



### 3. 3 残塩の低減化・平準化効果

再配置後の残塩分布について、2022年8月15日の推定データを現状として、その比較を図2に示す。再配置後の残塩分布を現状と比べると、平均値が0.74mg/Lから0.47mg/Lに下がり（低減化）、かつ分布の幅も狭くなっており（平準化）、期待した効果が表れている。

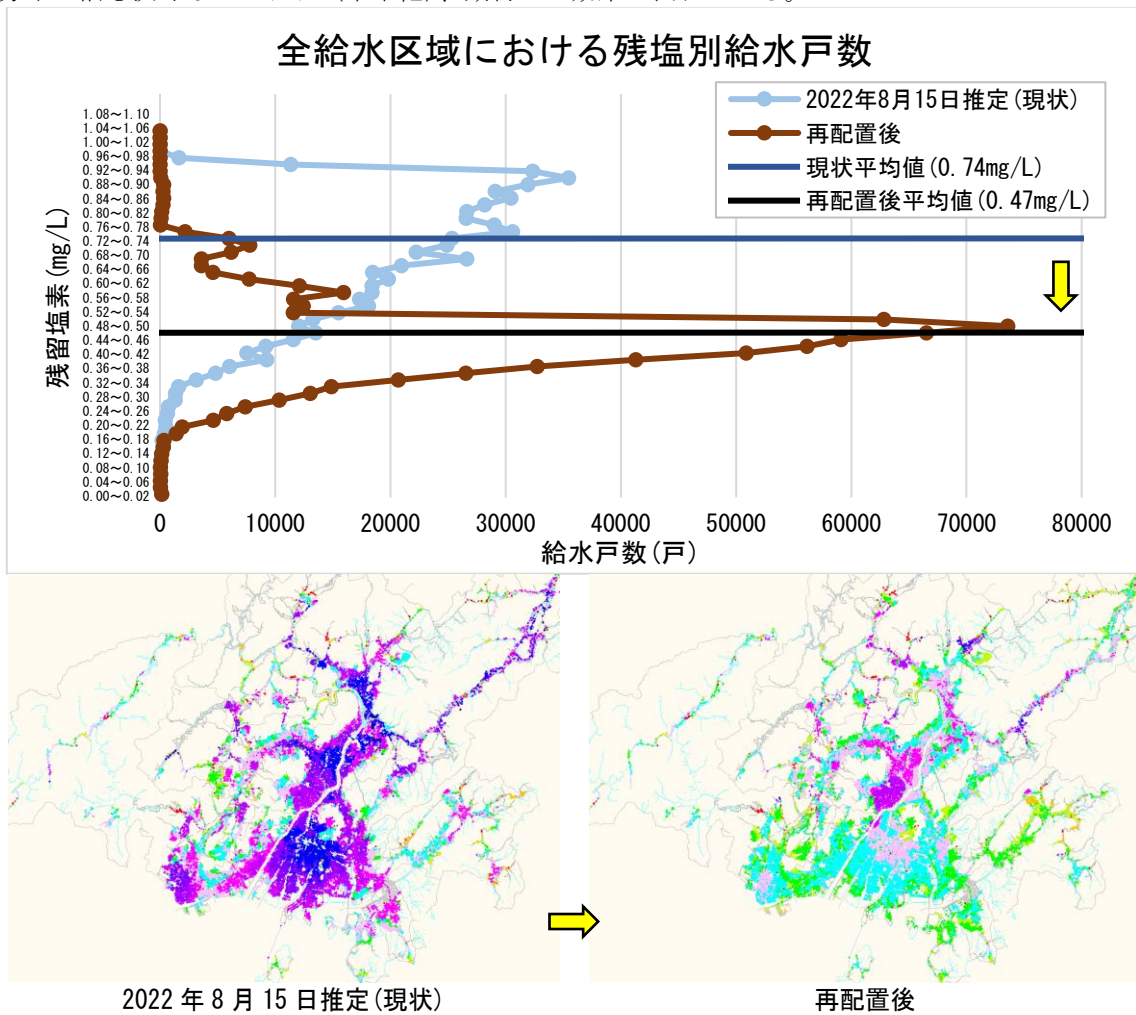


図2 全給水区域における残塩分布(夏期)

さらに、冬期について2023年2月15日の推定データを現状とし、再配置後と比較したところ、現状での平均値は0.55mg/L、再配置後の平均値は0.44mg/Lとなった。なお、年間平均値については、現状は0.63mg/L（前出の0.57mg/Lは検査実績値であり異なる）、再配置後は0.45mg/Lと推定された。

全国の水道事業体における残塩平均値と比べると、現状はもとより、再配置後もやや高い水準であることが分かる（図3）。もっとも、このグラフは残留塩素検査結果の集計値であり、検査箇所を選択如何に左右されるため、単純な比較はできないことに留意する必要がある。

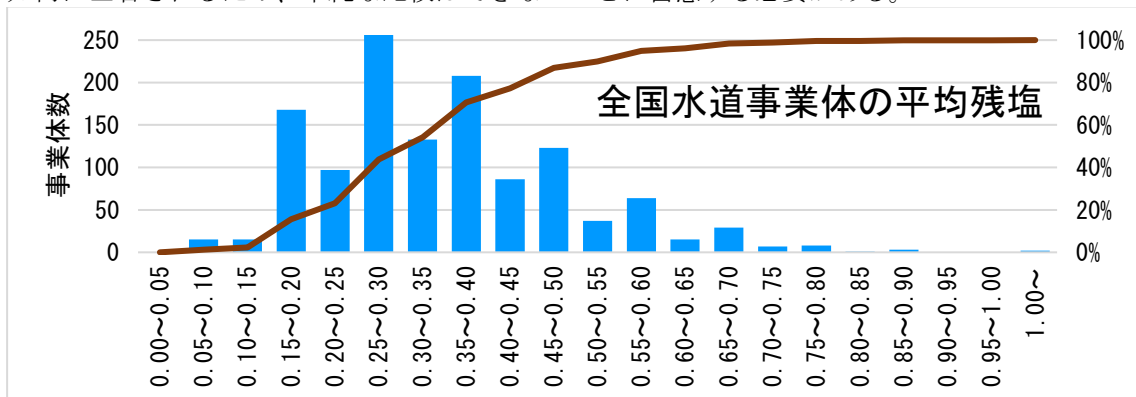


図3 全国水道事業体の平均残塩（パレート図）<sup>2)</sup>

#### 4 考察

##### 4.1 コストの観点

全ての追塩施設について再配置を行った場合の、イニシャルコスト及びランニングコストについて試算した(表2、既存施設の撤去費用は含まない)。ランニングコストによるイニシャルコストの回収は困難であるため、既存施設の更新時に併せて、随時整備を進めるのが現実的であると考えられる。

表2 イニシャルコストとランニングコスト

イニシャルコスト	ランニングコスト
新設 20 箇所(うち移設 20 箇所及び減設 15 箇所) 20×@14,000 = 280,000 千円	減設 15 箇所 ▲15×@144 = ▲2,160 千円/年

##### 4.2 残塩維持の観点

残塩低減化を行うことは、残塩低下に対する余裕を削っているともいえる。そのため、水質の変化による突発的な残塩低下に対する備えとして、より精度の高い残塩把握及び制御が求められる。例えば、浄水処理工程に塩素要求量計等を組み込み、定量的に常時制御すること等が考えられる。また、実際には、突発的な残塩低下が発生しやすい夏期において、残塩を高め設定せざるを得ないと考えられる。

さらに、追塩による残塩維持には限界がある。配水池出口を 1mg/L(水質管理目標設定項目の上限値)に設定しても、給水エリアが広い等の理由により、末端まで残塩を確保できない配水池系統が一部で見受けられた。そのような系統では、現状でも行っている末端での排水作業等を継続せざるを得ない。

##### 4.3 残塩推定モデルの観点

今回の検討においては、追塩施設の最適な配置を決定するため、様々な追塩位置及び追塩濃度の組み合わせを検討したが、シミュレーションによる残塩推定は膨大な時間を要することが予想された。そこで、配水池系統ごとに、ほぼ末端の箇所における残塩を推定できる簡易法を開発した。ここで「ほぼ末端」としたのは、シミュレーション上で異常に長い到達時間を示すポイントを除いた、到達時間が最も長いポイントの残塩を対象としているためである。シミュレーションと違って面的な把握はできないものの、当該系統における残塩の過不足等を把握できるため、追塩量等の条件を様々な変化させる検討等に適している。

追塩量	残塩	残塩推定	残塩推定
0.65	0.65	0.428	0.244
39	0.617	0.287	0.160
1	0.474	0.201	0.172
	0.408	0.233	0.083
	0.311	0.239	0.073
	0.408	0.275	0.130
	0.572	0.407	0.163
	0.658	0.271	0.284
	0.538	0.391	0.144
	0.272	0.271	0.060
	0.451	0.300	0.131
	0.283	0.242	0.051
	0.608	0.322	0.187
	0.278	0.225	0.053
	0.377	0.250	0.129
	0.488	0.107	0.353
	0.503	0.283	0.210
	0.778	0.217	0.353
	0.772	0.063	0.711
	0.941	0.041	0.553
	0.403	0.257	0.143

図4 簡易法による残塩推定

##### 5 今後の展望

今回は、全ての配水池に追塩施設を設置できる前提で検討したが、既存施設の追塩能力(ポンプ吐出能力や次亜タンク容量等)不足や、新規施設の施設条件等により、実現不可能となるケースも想定される。また、経営資源には限りがあるため、前述したように、全てを一括して再配置することは困難である。そのため、追塩施設の優先順位を明確化する等、より詳細を詰めていく必要がある。施設を所管する部署との協議を重ね、より適切かつ効率的な配置となるように検討を続けていきたい。

##### 参考文献

- 1) 渡辺直人. 残塩推定モデルの構築. 令和3年度水質試験年報(第45集)別冊. 広島市水道局, 2022, p.5-9.
- 2) 公益財団法人水道技術研究センター. “水道事業ガイドライン業務指標(PI)算定結果(令和2年度)について”, p.6. <http://www.jwrc-net.or.jp/chousa-kenkyuu/pi/pi-r02.pdf>, (参照 2023-02-22).

## ウェット炭における 2-MIB 価試験方法の検討

### 1 はじめに

現在、JWWA 規格 K113（水道用粉末活性炭）における 2-MIB 価の規格化を目的に、水道用薬品及び資機材の衛生性調査専門委員会（以下「委員会」という。）において試験方法の検討が行われている。本委員会では、安定した 2-MIB 価測定結果を得るための試験方法を検討するため、比較的结果が安定しやすいと言われるドライ炭を用いた検討が行われてきた。しかしながら、本市ではウェット炭を使用しておりウェット炭でも安定した結果を得る必要があるため、今回、活性炭懸濁液の調製方法について検討を行った。

### 2 検討内容

ウェット炭での測定結果が安定しない理由として、次の 2 点が考えられた。

#### ① 活性炭秤量時の問題

ウェット炭では活性炭が集塊しており、活性炭 0.2g（乾燥重量換算として）を 1mg の桁まで正確に秤量するのが難しい。また、ウェット炭は秤量時の時間の経過によって水分が失われるため、秤量値が刻々と変化し重量を正確に秤量するのが難しい。

#### ② 活性炭懸濁液内におけるウェット炭の分散性の問題

ウェット炭はそのほとんどが集塊している。そのため、水に混和しても全てが均一に分散せず、2-MIB 溶液に注入する際の活性炭量に若干の粗密が生じることとなる。

そこで、ウェット炭を恒温乾燥器等でドライ化し集塊を無くすことで、上記の問題が解決できないか検討を行った。

### 3 検討方法

#### (1) 使用した活性炭

ア ウェット炭

宝燃料工業(株)製 T-4W 乾燥減量 39.0%（本市測定結果）

イ ドライ化炭

アを 120℃で 3 時間乾燥させたもの

#### (2) 活性炭秤量の正確性調査

ウェット炭とドライ化炭で、秤量時の操作性を比較した。

また、湿度約 50%の室内において、それぞれ 0.2g 程度（ウェット炭は乾燥重量換算）秤量した後、重量の変化を 1 分間隔で確認した。

#### (3) 活性炭懸濁液の分散性調査

ウェット炭、ドライ化炭について、次の①から⑤の手順で除去率及び変動係数を求め、活性炭懸濁液内の分散性を評価した。

① ウェット炭、ドライ化炭をそれぞれ 0.2g（ウェット炭は乾燥重量換算）秤量し、精製水 1L で 1L ガラスビンに流し入れて激しく混和し、活性炭懸濁液を調製（調製後、スターラーで攪拌）

② 2-MIB 標準液 (200ng/L) 200mL を入れた 200mL 三角フラスコ 5 本に①の活性炭懸濁液 2mL を添加（活性炭注入率 2ppm）

③ 23℃に設定した恒温器内で 100rpm、振とう幅 40mm で 60 分振とう

④ 30 分静置後、シリンジフィルター（PES、25mm、0.45μm）で上澄みを加圧ろ過

⑤ 2-MIB 標準液 (200ng/L) と④のろ液について、SPME-GCMS で 2-MIB 濃度を測定し、除去率及び変動係数を算出

なお、JWWA 規格 K113 では、活性炭懸濁液の調製で激しく混和する際、「超音波を使用して混和してもよい。」とされている。そこで、上記①で調製した活性炭懸濁液のうちウェット炭の懸

濁液のみ超音波処理（出力 100W で 15 分間）を行い、①から⑤の手順で除去率及び変動係数を求めた。

#### 4 結果及び考察

##### (1) 活性炭秤量の正確性

ウェット炭をビーカーに分取した状態を図 1 に、ウェット炭をドライ化し軽く振とうさせた状態を図 2 に示す。

ウェット炭をドライ化しても活性炭の集塊は完全には無くならなかったが、0.2g の秤量しやすさはドライ化炭のほうが良好であった。

また、活性炭秤量時の重量の変化を表 1 に示す。

時間の経過に合わせてウェット炭では重量が減少、ドライ化炭では増加し、初期重量に対する変化の割合はドライ化炭のほうが僅かに小さかった。

以上の結果から、今回の湿度条件ではドライ化炭のほうが正確な秤量が可能と考えられた。

##### (2) 活性炭懸濁液内における分散性（表 2）

ウェット炭をドライ化しても、変動係数の向上は僅かであり、分散性に大きな向上は見られなかった。ウェット炭もドライ化炭も、スターラーで攪拌中の活性炭懸濁液の底に活性炭の集塊が散見され、集塊の出来具合が測定結果の安定性に影響を及ぼしていると考えられた。そこで、ウェット炭の懸濁液を超音波処理し、集塊を分散させた。

その結果、変動係数が大きく向上し、超音波処理によって安定した測定結果が得られることが示唆された。ただし、分散性を良くしたことで除去率も大きく向上した。実際の粉末活性炭注入設備において超音波処理を行うことはなく、超音波処理によって除去性能が過大評価されることが懸念された。

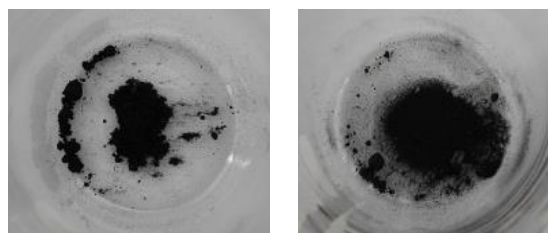


図 1 ウェット炭

図 2 ドライ化炭

表 1 活性炭秤量時の重量の変化

経過時間	ウェット炭			ドライ化炭		
	重量 (乾燥重量 換算) (g)	重量差 (g)	割合	重量 (g)	重量差 (g)	割合
0分	0.20427	—	—	0.20139	—	—
1分	0.20292	-0.00135	-0.66%	0.20147	0.00008	0.04%
2分	0.20220	-0.00207	-1.01%	0.20164	0.00025	0.12%
3分	0.20140	-0.00287	-1.40%	0.20180	0.00041	0.20%
4分	0.20054	-0.00373	-1.82%	0.20193	0.00054	0.27%
5分	0.19982	-0.00445	-2.18%	0.20205	0.00066	0.33%

表 2 各活性炭での除去率（注入率 2ppm）

試料No.	除去率		
	ウェット炭	ドライ化炭	超音波処理 ウェット炭
No.1	39%	41%	54%
No.2	36%	43%	49%
No.3	30%	43%	55%
No.4	41%	34%	57%
No.5	34%	38%	56%
平均値	36%	40%	54%
変動係数	12.1%	9.8%	5.4%

#### 5 おわりに

今回検討を行った結果、ウェット炭を正確に秤量する方法としてのドライ化には効果が見られたが、ウェット炭の懸濁液の分散性を向上させる方法、つまり、安定した 2-MIB 価測定結果を得る方法としてのドライ化には大きな効果は見られなかった。

また、ウェット炭で安定した測定結果を得るには、超音波処理で活性炭懸濁液中の集塊を分散させることが効果的であったが、そうすることで除去率も向上することとなり、除去性能が過大評価されることが懸念された。

以上の結果から、2-MIB 価の規格化において以下の内容を盛り込むよう委員会へ提言したい。

- ・ ウェット炭の使用に際して、ドライ化するなどの追加操作は不要である。
- ・ 除去性能を過大評価する可能性があるため、活性炭懸濁液の混和に際して超音波を使用してはいけない。

## 固相抽出 GC/MS 測定農薬のダイレクト LC/MS 法への変更検討

### 1 はじめに

当課では現在、直接注入-液体クロマトグラフ-質量分析計による一斉分析法（以下、D-LC/MS 法）及び固相抽出-ガスクロマトグラフ-質量分析計による一斉分析法（以下、SPE-GC/MS 法）の 2 つの方法により農薬測定を行っている。SPE-GC/MS 法は固相抽出を行うため必要な試料量が多く、前処理も煩雑であるうえに特別有機溶剤に指定されているジクロロメタンを使用するという問題があり、加えて、当課の GC/MS で使用しているキャリアガスはヘリウムガスであるため、供給が安定していない。また当課で SPE-GC/MS 法で測定しているほとんどの農薬が、通知法別添方法 20-2（以下、「通知法」という。）の D-LC/MS 法に測定対象とする農薬として記載されている<sup>1)</sup>。これらのことから、前処理の簡略化・人体に有害な有機溶媒の使用量削減を目的とし、SPE-GC/MS 法で測定している 78 物質 63 農薬（表 3）の D-LC/MS 法への移行の可否を検討した。

### 2 測定条件の検討

#### (1) 検討方法

##### ア 測定条件の最適化

モニターイオン (m/z 値) の検索及びボリジョンエネルギー (CE)、四重極プリロッド電圧 (Q1/Q3 電圧) の最適化を行った。最適化には検討対象農薬の標準物質から調製した単体溶液または混合標準液（任意濃度）を用い、分析カラムを取り外した状態で行った。

##### イ 分析カラムによる分離の確認

上記アで最適化した m/z 値と CE、Q1/Q3 プリロッド電圧を設定し、表 1 の分析条件で分析カラムでの分離が可能であるか確認を行った。試液については、アの単体溶液等を任意濃度に希釈したもので確認したのち、混合標準液での分離を確認した。

##### ウ 検量線範囲の確認

検討対象農薬について、混合標準液を使用して目標値の 1/100 以下を最低濃度とする検量線の作成が可能であるか確認した。現在 GC/MS 用農薬の測定に使用している農薬混合標準液 72、68、47（いずれも関東化学製）及び DMTP オキソン標準液（富士フィルム和光純薬製）をそれぞれ 1mg/L となるようにアセトンで希釈したもの（原液 A~D）を 100 $\mu$ L ずつ 10mL メスフラスコに分取して精製水でメスアップし、中間標準液とした。中間標準液を表 2 のとおり希釈し、各標準検水を調製した。

表 1 LC/MS 分析条件

装置	LC 部 : LC-30AD (島津製作所) MS 部 : LCMS-8060 (島津製作所)
分析カラム	L-column2 ODS 2.1 $\times$ 75mm, 2 $\mu$ m
移動相	A : 0.1%酢酸+0.05%ギ酸水溶液 B : メタノール B Conc. : 1-50% (0-5min gradient)- 50-99% (5-15min gradient)- 99% (15-20min)-1% (20-25min)
流量	0.2mL/min
カラム温度	40 $^{\circ}$ C
注入量	50 $\mu$ L

表 2 標準検水調製方法

標準列		STD1	STD2	STD3	STD4	STD5	STD6	STD7	STD8	STD9
I	中間標準液添加量 ( $\mu$ L) <sup>※1</sup>	3	10	30	100	300	1000	3000	※2	※3
	濃度 ( $\mu$ g/L)	0.003	0.01	0.03	0.1	0.3	1	3	10	30
II	中間標準液添加量 ( $\mu$ L) <sup>※1</sup>	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
	濃度 ( $\mu$ g/L)	0.005	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2

※1 すべて 10mL メスフラスコに添加、精製水でメスアップ ※2 中間標準液をそのまま使用

※3 原液 A~D を各 300 $\mu$ L 分取し、精製水で 10mL にメスアップして調製（精製水ベースの溶液は全て要時調製とした。）

#### (2) 結果

##### ア 測定条件の最適化

モニターイオン検索によって得られたプリカーサーイオン及びプロダクトイオンと、条件最適化により得られた CE と Q1/Q3 プリロッド電圧を表 3 に示す。通知法に記載のない 5 物質 4 農薬については感度不足により最適化できなかつたため、検討対象から除外した。プロシミドンは、通知法ではネガティブモードでの測定条件が記載されていたが、当課の条件ではネガティブモードでの感度が不十分であった。単体標準液を使用していたため、ポジティブモードでの最適化結果を用いた。他の 73 物質については概ね通知法で示されているものと同じモニターイオンを得ることができた。なお、通知法では溶離液に酢酸アンモニウム溶液を使用しているため、質量数+18 となるプリカーサーイオンが記載されている物質もあったが、当課の分析条件ではアンモニウムイオン源が存在しないため、基本的に質量数+1 となるプリカーサーイオンを採用した。

表3 各測定物質 m/z 値, CE, Q1/Q3 プリロッド電圧

No.	物質名	質量数	参考法(別添20-2/島津App)			結果					
			+/-	Pre. Ion>Pro. Ion m/z	+/-	Pre. Ion	Pro. Ion	測/確	CE	Q1	Q3
1	EPN(混合72) ※1	323.04	+	324>296, 157	+	324	296.05	測	-6	-15	-20
							157	確	-8	-23	-28
2	EPN オキシソ(混合47)	307.24	+	308>280, 94	+	307.95	280.05	測	-15	-12	-28
							94.1	確	-36	-12	-19
3	アトラジン	215.09	+	216>174, 96	+	216.05	174.15	測	-16	-17	-18
							96.1	確	-25	-11	-19
4	アニロホス	367.02	+	368>199, 125	+	367.95	199.05	測	-14	-14	-20
							125.1	確	-31	-14	-12
5	アラクロール	269.12	+	270>238, 162	+	270.05	238.15	測	-10	-8	-24
							162.15	確	-20	-8	-16
6	イツキサチオン	313.05	+	314>105, 97	+	313.95	105.05	測	-16	-12	-20
							286.1	確	-10	-12	-20
7	イツキサチオンオキシソ(混合47)	297.24	+	298>242, 270	+	298	242.05	測	-17	-12	-26
							270.05	確	-13	-12	-18
8	イツフェンホス(混合72) ※1	345.12	+	368>267, 326	+	346.1	217.05	確	-23	-14	-22
							245.1	測	-14	-16	-16
9	イツフェンフォスオキシソ(混合72)	329.14	+	330>201, 229	+	330	229.1	測	-12	-12	-15
							201.05	確	-23	-12	-20
10	イツプロカルブ(MIPO)(混合72)	193.11	+	194>95, 77	+	194.1	95.15	測	-15	-15	-19
							77.15	確	-36	-16	-15
11	イツプロチオラン	290.06	+	291>231, 189	+	290.95	231.05	確	-12	-12	-24
							189	測	-21	-11	-19
12	イブロベンホス(1BP)	288.09	+	289>91, 205	+	289.05	91.1	測	-22	-11	-17
							205.05	確	-11	-12	-13
13	インダノファン(混合68)	340.09	+	341>175, 187	+	340.95	175.15	測	-14	-13	-17
							187.15	確	-13	-13	-19
14	エスプロカルブ	265.15	+	266>91, 71	+	266.1	91.1	測	-26	-11	-18
							71.15	確	-15	-13	-18
15	エトフェンブロックス	376.2	+	394>177, 359	+	394.1	177.2	測	-15	-10	-18
							359.2	確	-12	-10	-12
16	カズサホス(混合68)	270.09	+	271>159, 131	+	271.05	159	測	-14	-22	-16
							131	確	-23	-20	-26
17	カフェストロール	350.14	+	351>100, 72	+	351.05	100.15	測	-10	-26	-16
							72.15	確	-30	-14	-14
18	キノクラミン	207.01	+	208>105, 77	+	207.95	105.1	測	-24	-15	-20
							77.1	確	-38	-10	-29
19	キャプタン	300.59					強度不良のため最適化不可				
20	クロルニトロフェン(CNP)	318.54					強度不良のため最適化不可				
21	CNP-アミノ体	288.56					強度不良のため最適化不可				
22	クロルピリホス	348.93	+	350>198, 97, 200	+	349.85	198	測	-20	-14	-20
							97	確	-33	-10	-18
23	クロルピリホスオキシソ(混合47)	332.95	+	334>280, 200, 278 334>277, 8, 197, 85, 305, 75	+	333.85	277.95	測	-17	-13	-19
							198	確	-30	-10	-20
24	クロラタロニル(TFN)	265.91	-	245>175, 182	-	244.9	175.1	測	26	12	18
							182.05	確	26	13	29
25	シアノホス(CYAP)(混合68)	243.01	-	228>118, 90	-	228	118.15	測	18	10	10
							90.1	確	44	20	8
26	ジクロベニル(DBN)						強度不良のため最適化不可				
27	ジクロロホス(DDVP)	219.95	+	221>109 238, 00>220, 9, 109, 1, 78, 95	+	220.9	109.05	測	-17	-16	-21
							79.05	確	-27	-11	-15
28	ジスルホトン(エチルチオメトン)(混合72) ※1	274.03	+	275>89, 61	+	274.9	89	測	-12	-12	-16
							61	確	-33	-10	-6
29	ジチオビル	401.05	+	402>305, 224 401, 95>354, 272, 224	+	401.95	354.1	測	-18	-17	-24
							272.05	確	-29	-10	-17
30	シハロホップブチル						強度不良のため最適化不可				
31	シマジ( CAT)	201.66	+	202>68, 124 202, 10>104, 68, 05, 132, 1	+	202.05	132.15	測	-20	-16	-12
							124.15	確	-17	-16	-12
32	ジメタメトリン	255.15	+	256>186, 68	+	256.1	186.1	測	-20	-10	-18
							91.1	確	-29	-10	-18
33	ジメトエート	229	+	230>199, 125	+	230	199.05	確	-10	-6	-20
							125.05	測	-21	-6	-22
34	シメトリン	213.3	+	214>68, 124	+	214.05	124.15	測	-20	-16	-12
							68.1	確	-36	-11	-25
35	ダイアジノン	304.1	+	305>169, 153	+	305.05	169.1	測	-21	-12	-17
							153.15	確	-21	-13	-28
36	ダイアジノンオキシソ(混合72)	288.28	+	289>153, 84, 233	+	289	153.15	測	-21	-11	-15
							84.1	確	-37	-11	-16
37	チオベンカルブ(混合72) ※1	257.06	+	258>125, 89 257, 80>125, 10, 89, 99, 05	+	258	125	測	-10	-20	-22
							89	確	-10	-12	-16
38	テルブカルブ(MBPMC)	277.2	+	295>109, 222 278>109, 15, 166, 222	+	278.15	109.1	測	-21	-12	-18
							166.15	確	-12	-6	-26
39	トリフルラリン	335.3	+	336>252, 236	+	336	236.1	測	-15	-6	-15
							252.1	確	-17	-8	-26
40	ナプロバミド	271.16	+	272>129, 171	+	272.1	171.1	測	-19	-11	-17
							129.15	確	-16	-11	-12
41	ビベロホス	353.12	+	354>171, 255	+	354.05	255.1	確	-13	-6	-17
							171	測	-22	-14	-17
42	ピラソキシフェン(混合68) ※1	402.05	+	403>91 402, 90>91, 05, 105, 10, 139	+	402.95	91.05	測	-39	-10	-16
							105.1	確	-21	-10	-20
43	ピリダフェンチオン	340.06	+	341>189, 205	+	340.95	189.1	測	-21	-14	-18
							205.1	確	-21	-14	-20
44	ピリブチカルブ	330.14	+	331>181, 108	+	331.05	181.1	測	-15	-8	-18
							108.1	確	-30	-8	-19
45	ピロキロン	173.08	+	174>117, 132	+	174.1	132.1	測	-24	-14	-24
							117.1	確	-33	-13	-11
46	フェニトロチオン(MEP)	277.02	+	278>125, 246	+	277.95	246	確	-16	-23	-16
							125.05	測	-23	-11	-29
47	フェニトロチオン(MEP) オキシソ	261.17	+	262>104, 216	+	261.95	104.05	測	-21	-10	-10
							216.05	確	-18	-10	-14
48	フェノブカルブ	207.13	+	208>95, 152	+	208.1	95.05	測	-15	-11	-16
							152.1	確	-10	-16	-15
49	フェンチオン(MPP)	278.02	+	279>247, 169	+	278.95	247.05	測	-13	-11	-26
							169.1	確	-18	-11	-17
50	MPP スルホキシド	294.01	+	295>280, 109	+	294.95	280.05	測	-19	-12	-19
							109.05	確	-31	-13	-19
51	MPP スルホン ※2	310.01	+	328>311, 125 311>165, 1, 233, 05, 125, 10	+	310.95	233.05	確	-18	-13	-24
							125.1	測	-21	-14	-12
52	MPP オキシソ	262.04	+	263>231, 216	+	263	231.05	測	-16	-10	-23
							216	確	-23	-8	-21
53	MPP オキシソスルホキシド ※2	278.04	+	279>264, 104	+	278.95	264.1	測	-19	-11	-17
							104.15	確	-29	-11	-19
54	MPP オキシソスルホン	294.03	+	312>295, 217 295>216, 9, 104, 1, 78	+	294.95	216.9	測	-20	-6	-14
							104.1	確	-24	-4	-10

表 3 各測定物質 m/z 値, CE, Q1/Q3 プリロッド電圧

No.	物質名	質量数	参考法(別添20-2/島津App)			結果					
			+/-	Pre. Ion>Pro. Ion m/z	+/-	Pre. Ion	Pro. Ion	測/確	CE	Q1	Q3
55	フェントエート(PAP)	320.03	+	321>247, 79, 275	+	320.95	247.05 79.15	測 確	-11 -41	-8 -12	-26 -30
56	フサライド	271.91	-	271>243, 241, 215	-	270.85	242.95 214.95	測 確	15 18	14 14	21 21
57	ブタクロール(混合68) ※3	311.17	+	312>238, 57	+	312.05	238.1 57.1	測 確	-12 -22	-8 -8	-24 -22
58	ブタミホス	332.1	+	333>180, 96	+	332.95	180.1 96	測 確	-10 -31	-8 -8	-8 -18
59	ブタミホスオキソン(混合47)	316.29	+	317>244, 216	+	317	244.1 216.05	測 確	-13 -19	-12 -12	-16 -22
60	ブプロフェジン	305.16	+	306>201, 57	+	306.1	201.15 57.1	測 確	-12 -23	-12 -12	-13 -22
61	ブレチラクロール	311.17	+	312>252, 176, 147	+	312.05	252.15 176.25	測 確	-16 -29	-12 -12	-26 -17
62	プロシミドン	284.14	-	314, 316>282, 284	+	283.95	256.1 67.15	測 確	-18 -31	-13 -13	-26 -11
63	プロビコナゾール	341.07	+	342>159, 69	+	341.95	159.05 69.15	測 確	-26 -21	-13 -10	-28 -27
64	プロピザミド	255.02	-	254>228, 145 256>190, 173, 145, 05	+	255.95	190 173	測 確	-14 -21	-10 -10	-18 -17
65	プロモプテド	311.09	+	312>196, 194 312, 10>194, 10, 91, 05, 119, 15	+	312	194.05 119.1	測 確	-12 -20	-13 -13	-20 -23
66	ベンシクロン	328.13	+	329>125, 218	+	329.05	125.1 218.15	測 確	-23 -16	-13 -13	-12 -10
67	ベンディメタリン	281.14	+	282>212, 194	+	282.05	212.1 194.05	測 確	-11 -18	-11 -11	-14 -20
68	ベンフルラリン(ベスロジン)	335.3	+	336>220, 236	+	336	236.1 220.1	測 確	-15 -16	-8 -8	-24 -22
69	ベンフレセート ※2	256.08	+	257>163, 18 274, 1>163, 3, 77, 1	+	257	163 77	測 確	-11 -49	-10 -18	-16 -12
70	ホスチアゼート(混合68) ※1	283.05	+	284>104, 228, 204 284, 10>104, 10, 227, 85, 199, 80	+	284	104.1 228	測 確	-21 -11	-12 -12	-10 -24
71	マラチオン	330.04	+	331>99, 127, 1, 285	+	330.95	127.1 99.05	測 確	-13 -23	-8 -8	-12 -18
72	マラオキソン	314.06	+	315>99, 127	+	314.95	99 127.1	測 確	-24 -13	-12 -12	-16 -12
73	メタラキシル	279.15	+	280>220, 192	+	280.1	220.15 192.15	測 確	-14 -18	-11 -11	-23 -19
74	メチダチオン(DMTP)	301.96	+	303>145, 1, 85, 57, 9	+	302.9	145.05 85.05	測 確	-9 -22	-12 -12	-24 -16
75	メフェナセート	298.08	+	299>148, 120	+	299	148.1 120.1	測 確	-14 -24	-11 -11	-14 -22
76	メプロニル	269.14	+	270>119, 228	+	270.05	119.1 228.15	測 確	-22 -15	-10 -10	-22 -15
77	モリネート(混合72)	187.1	+	188>55, 126 188>55, 126, 83	+	188.1	55.15 126.15	測 確	-25 -15	-16 -16	-23 -12

※1 混合標準液を使用しカラム無で最適化した結果、プロダクトイオンが2種類以上合致しなかったため、カラムを接続し m/z を指定して Q 電圧と CE のみ最適化した。

※2 単体標準液を使用しカラム無で最適化した結果、プロダクトイオンが2種類以上合致しなかったため、m/z を指定して Q 電圧と CE のみ最適化した。

※3 混合標準液を使用しカラム無で最適化した結果、プロダクトイオンが2種類以上合致しなかったため、カラムを接続し最適化した。

## イ 分析カラムによる分離の確認

クロロタロニル (TPN) はピークが全く検出されず、シアノホス (CYAP) はピーク形状不良かつ感度不足となったため、検討対象から除外した。他の物質については概ね良好なピークが得られた。

## ウ 検量線範囲の確認

当初、表 2-I のとおり標準液を調製し、目標値の 1/100 以下を定量下限値とする検量線を作成していたが、決定係数が 0.99 を下回る物質が複数確認され、キャリーオーバーも見受けられた。

同一機器で測定していた、定期検査でのハロ酢酸類の測定を挟むと、BL 測定においてほとんどの物質がピーク不検出のレベルまでキャリーオーバーが改善される傾向にあった。ハロ酢酸類と農薬類では使用しているカラムが異なることから、キャリーオーバーの原因はオートサンプラーからカラムまでの流路内での試料溶液の残存と考えられた。そのため、BL×3回 → STD9 → BL×10回 → STD9 → BL×10回の順に測定し、何回目の BL ですべての農薬が条件を満たすかを確認したところ、概ね 7~8 回であった。ニードル洗浄方法をニードル外洗浄(サンプル分取後、ニードルの外側のみ洗浄液で洗浄する)からニードル内外洗浄に変更し、同様の検討を実施したが、STD9 の直後の BL 面積値が減少するだけで、条件を満たすために必要な測定回数は減少しなかった。その上、洗浄方法変更により必要な洗浄液の量が大幅に増加した。

上記の結果から、キャリーオーバーを発生させずに表 2-I の検量線範囲で測定するのは困難と判断し、検量線濃度範囲を表 2-II のとおり変更した。これにより、全物質が当課のキャリーオーバー判定条件を満たし、ジスルホトンを除く 69 物質において目標値の 1/100 以下を定量下限値とする検量線の決定係数が 0.99 以上となった(表 4)。一方、強度不足によりフサライドが測定不可となった。

表 4 検量線範囲と決定係数 ※1

物質名	検量線範囲 (µg/L)	R <sup>2</sup>	物質名	検量線範囲 (µg/L)	R <sup>2</sup>
EPN	0.02~0.2	0.9997	ピリダフェンチオン	0.02~0.2	1
EPN オキシソ	0.02~0.2	0.9999	ビリブチカルブ	0.2~2	0.9997
アトラジン	0.1~1	1	ピロキロン	0.2~2	1
アミノホス	0.02~0.2	0.9998	フェニトロチオン(MEP) ※2	0.05~0.5	0.9935
アラクロール	0.2~2	1	フェニトロチオンオキシソ	0.05~0.5	1
イソキサチオン	0.02~0.2	1	フェノプロカルブ(BPMC)	0.2~2	1
イソキサチオンオキシソ	0.02~0.2	1	フェンチオン(MPP)	0.01~0.1	0.991
イソフェンホス	0.005~0.05	0.9999	MPP スルホキシド	0.01~0.1	0.9998
イソフェンホスオキシソ	0.005~0.05	0.9998	MPP スルホ	0.01~0.1	0.9999
イソプロカルブ(MIPC)	0.1~1	0.9999	MPP オキシソ	0.01~0.1	0.9995
イソプロチオラン	0.2~2	1	MPP オキシソスルホキシド	0.01~0.1	0.9998
イプロベンホス(IBP)	0.2~2	0.9998	MPP オキシソスルホ	0.01~0.1	1
インダノファン	0.05~0.5	1	フェントエート(PAP)	0.2~2	1
エスプロカルブ	0.2~2	0.9997	ブタクロール	0.2~2	0.9999
エトフェンブロックス	0.2~2	0.9902	ブタミホス	0.1~1	1
カズサホス	0.005~0.05	1	ブタミホスオキシソ	0.1~1	1
カフェンストロール	0.05~0.5	0.9999	プロプロフェジン	0.2~2	0.9995
キノクラミン(ACN)	0.05~0.5	0.9999	プレチラクロー	0.2~2	0.9999
クロルピリホス	0.01~0.1	0.9976	プロシミドン	0.2~2	0.9994
クロルピリホスオキシソ	0.01~0.1	0.9997	プロピコナゾール	0.2~2	1
ジクロルボス(DDVP)	0.05~0.5	1	プロビザミド	0.2~2	0.9999
ジスルホトン(エチルチオメトン)	0.05~0.5	0.9996	プロモブチド	0.2~2	1
ジチオビル	0.05~0.5	1	ベンジクロ	0.2~2	1
シマジン(CAT)	0.02~0.2	1	ベンチメタリン	0.2~2	0.9996
ジメタメトリン	0.2~2	0.999	ベンフルラリン(ベスロジン)	0.1~1	0.9995
ジメトエート	0.2~2	1	ベンプレセート	0.2~2	0.9998
シメトリン	0.2~2	1	ホスチアセート	0.05~0.5	1
ダイアジノ	0.01~0.1	0.9995	マラチオン	0.2~2	1
ダイアジノオキシソ	0.01~0.1	0.9999	マラオキシソ	0.2~2	1
チオベンカルブ	0.2~2	1	メタラキシル	0.2~2	1
テルブカルブ(MBPMC)	0.2~2	0.9953	メチダチオン(DMTP)	0.02~0.2	0.9998
トリフルラリン	0.2~2	0.9999	メチダチオンオキシソ	0.02~0.2	1
ナプロバミド	0.2~2	1	メフェナセツト	0.2~2	1
ピベロホス	0.005~0.05	1	メブロニル	0.2~2	1
ピラゾキシフェン	0.02~0.2	0.9997	モリネート	0.05~0.5	1

※1 小数点第5位で四捨五入、重みづけなし

※2 二次曲線とすると再定量値がマイナス値となるため直線近似とした。他は全て二次曲線近似とした。

### 3 失効農薬の測定見直し

対象農薬リストの中には失効済の農薬も含まれていたため、失効後5年以上経過している農薬と、失効済で3年以上検出されていない農薬については測定を廃止する方針とした(表5)。その結果、測定農薬数が当初予定の129物質112農薬から20物質12農薬減となり、これに近年出荷量の増加しているシアントラニリプロール、フェンキノトリオンを加え、計111物質102農薬とした。なお、この2種類については実態調査目的での測定とし、結果書には記載しないものとする。

当初、124物質(129物質うちアミノメチルリン酸、グリホサート、グルホシネート、ジクワット、パラコート)の4農薬5物質はD-LC/MSで測定しているが、ガラスに吸着するため他の物質と一斉分析することができず、別のメソッドで測定を実施している。)のLC/MS一斉分析は困難と考え、既にLC/MSで測定していた物質と、GC/MSで測定していた物質は別の検量線で測定する予定であった。しかし、106物質であれば一斉分析が現実的となるため、メソッドを再構築し、表4と同様の良好な検量線が得られることを確認した。

表 5 農薬失効状況

失効後5年以上経過
テルブカルブ
ピベロホス
イソフェンホス(オキシソン体含)
ピリダフェンチオン
アミノホス
ダラボン
失効済かつ3年以上不検出
ジスルホトン
EPN(オキシソン体含)
オリサストロビン(E,Z体)
フェンチオン(オキシソン体等5種含)
イソプロカルブ
モリネート

### 4 妥当性評価

3で作成したメソッドを使用して水道水質検査方法の妥当性評価ガイドライン<sup>2)</sup>に従い、妥当性評価を実施した(表6、7)。

検量線の妥当性評価では、MCPA及びプロシミドンにおいて精度(変動係数)が基準の20%を逸脱したが、他の物質については真度、精度、キャリーオーバー全てにおいて基準を満たすことを確認した。

添加試料の妥当性評価では、2,4-D、MCPA、チオファネートメチル、チウラムの4種類の真度が70~130%の範囲から逸脱し、カルボフラン、クロルピリホスの選択性が30%を上回った。選択性の逸脱はブランク試料へのキャリーオーバーが原因である。2,4-D、MCPAの真度の逸脱に関しては、感度が他の物質と比較して低く、データ取り込み時間を長く取って測定することで感度を確保しており、これによりサイクルタイムが増加し、ピーク幅が広がっていることが一因と推測される。チオファネートメチルについてはピークのテーリングが原因と考えられる。チウラムはピーク強度が不安定で、水中の光分解半減期が数時間と非常に短いという性質がある<sup>3)</sup>ため、測定精度に信頼性がない結果となったと推測される。



## 5 まとめ

次年度以降測定対象とする 106 物質のうち 99 物質については、一斉分析の D-LC/MS 法を採用しても妥当性が確保できることが分かった。

7 物質の測定精度の改善については、今後の検討事項とする。

### 参考文献

- 1) 厚生労働省健康局長. 「水質基準に関する省令の制定及び水道法施行規則の一部改正等について」(令和 3 年 3 月 26 日付け生食発 0326 第 8~11 号)
- 2) 厚生労働省健康局課長. 「水道水質検査方法の妥当性評価ガイドラインについて」(平成 24 年 9 月 6 日付け健水発 0906 第 1 号 最終改正平成 10 月 18 日付薬生水発 1018 第 1 号)
- 3) 小林憲弘, 宮本紫織, 佐藤学, 木下輝昭, 高木総吉, 岩間紀知, 粕谷智浩, 古川浩司, 堀池秀樹, 齊藤香織, 京野完, 高原玲華, 五十嵐良明. 液体クロマトグラフィータンデム質量分析による水道水中の 140 農薬の一斉分析法の妥当性評価. 水環境学会誌. 2019, vol. 42, No. 6, p. 247-258.

表 6 検量線の妥当性評価結果

項目名	物質 下限値	STD1	STD2	STD3	STD4	STD5	STD6	STD7	STD8	STD9	許容率	判定	STD1	STD2	STD3	STD4	STD5	STD6	STD7	STD8	STD9	許容率	判定	【キャリーオーバー】			判定			
																								1回目	2回目	3回目		許容率	判定	許容率
検002.2.4(2.4PA)	0.2			119.1	96.0	102.4	99.7	90.3	103.0	99.8	20	適合				24.94	18.69	11.61	10.26	1.66	0.08	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検005.0MPA	0.05			99.6	99.0	102.4	99.7	90.3	103.0	99.8	20	適合				24.94	18.69	11.61	10.26	1.66	0.08	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検006.7PA3A	0.2			99.6	99.0	102.4	99.7	90.3	103.0	99.8	20	適合				24.94	18.69	11.61	10.26	1.66	0.08	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検007.7PA2+	0.05			99.9	99.9	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				2.76	2.36	6.19	4.63	1.27	0.09	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検008.7PA3+	0.1			99.9	99.9	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				2.76	2.36	6.19	4.63	1.27	0.09	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検010.7PA3+	0.05			102.7	102.7	97.7	100.6	100.0	100.0	100.0	20	適合				6.12	5.53	1.25	0.05	0.01	0.01	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検011.7PA2+	0.2			99.9	99.9	99.9	100.1	100.1	100.0	100.0	20	適合				1.72	1.36	1.32	1.05	0.31	0.03	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検012.4PA3+	0.02			97.1	102.2	99.4	100.1	100.1	100.0	100.0	20	適合				2.64	1.91	0.55	0.04	0.04	0.03	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検015.4PA3+	0.02			99.0	100.8	99.7	100.0	102.1	98.4	100.5	100.0	20	適合			2.53	2.06	0.66	0.07	1.56	1.04	0.32	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合	
検016.7PA2MPA+	0.2			99.9	99.9	100.4	99.9	100.0	100.0	100.0	20	適合				2.83	2.42	0.56	0.02	1.40	1.16	0.34	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合	
検017.4PA3+(MP)	0.2			102.3	99.5	100.4	102.3	99.9	100.0	100.0	20	適合				2.83	2.42	0.56	0.02	1.40	1.16	0.34	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合	
検018.7PA3+	0.05			102.3	99.5	100.4	102.3	99.9	100.0	100.0	20	適合				2.83	2.42	0.56	0.02	1.40	1.16	0.34	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合	
検021.7PA2+ MP2	0.2			109.0	100.7	98.2	100.6	100.0	100.0	100.0	20	適合				1.52	1.30	1.52	1.30	0.39	0.03	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検022.7PA3+	0.2			100.7	100.7	98.2	100.6	100.0	100.0	100.0	20	適合				1.52	1.30	1.52	1.30	0.39	0.03	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検024.7PA3+(有標)	0.2			100.3	100.3	99.8	100.1	100.0	100.0	100.0	20	適合				1.25	1.00	1.25	1.00	0.29	0.02	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検025.7PA3	0.005			98.7	100.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				10.04	7.45	1.51	1.19	0.35	0.03	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検027.7PA23PA+	0.2			95.1	104.1	104.1	98.1	100.0	100.0	100.0	20	適合				4.14	3.27	0.80	0.03	0.04	0.03	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検028.7PA3+(特注PA3+とL)	0.2			99.4	99.4	99.9	100.1	100.0	100.0	100.0	20	適合				11.40	7.55	1.17	0.92	1.82	0.11	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検029.7PA3+(MP)	0.2			100.2	100.2	99.8	100.1	100.0	100.0	100.0	20	適合				1.17	0.92	0.27	0.02	0.11	0.11	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検030.7PA3+	0.005			101.4	100.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				3.94	3.37	0.69	0.02	0.02	0.02	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検031.7PA3+	0.05			100.8	100.8	99.3	100.2	100.0	100.0	100.0	20	適合				3.22	2.81	0.65	0.03	0.26	0.21	0.06	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合	
検033.7PA3+	0.2			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				0.76	0.62	0.76	0.62	0.19	0.02	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検036.7PA3+	0.2			116.3	87.6	102.1	99.8	100.0	100.0	100.0	20	適合				3.96	4.03	0.61	0.06	0.55	0.51	0.01	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合	
検038.7PA3+(MP)	0.01			108.8	93.3	101.2	99.9	100.0	100.0	100.0	20	適合				0.55	0.51	0.26	0.21	0.26	0.21	0.06	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合	
検040.7PA3+	0.01			103.0	97.7	100.4	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				4.46	3.61	0.60	0.06	0.47	0.37	0.11	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合	
検042.7PA3+	0.2			103.2	97.2	100.7	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				3.53	3.25	0.74	0.03	0.74	0.03	0.03	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合	
検044.7PA3+	0.05			96.4	103.0	100.0	99.4	100.0	100.0	100.0	20	適合				2.45	1.84	0.39	0.01	1.84	0.39	0.01	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合	
検046.7PA3+	0.02			100.2	99.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				1.43	1.10	0.31	0.02	2.08	1.69	0.51	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合	
検050.7PA3+(MP)	0.05			100.5	99.6	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				1.43	1.10	0.31	0.02	1.95	1.23	0.36	0.03	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検051.7PA3+	0.2			99.5	100.4	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				0.92	0.74	0.23	0.02	2.26	1.77	0.51	0.04	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検052.7PA3+	0.2			100.3	99.7	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				1.64	1.32	0.17	0.01	2.26	1.77	0.51	0.04	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検054.7PA3+	0.01			96.0	100.8	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				6.66	4.28	1.66	0.20	1.39	1.12	0.35	0.03	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検055.7PA3+	0.01			103.6	97.2	100.5	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				2.03	1.65	0.27	0.02	1.19	0.93	0.27	0.02	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検057.7PA3+	0.2			99.7	100.2	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				2.59	1.97	0.55	0.04	2.59	1.97	0.55	0.04	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検058.7PA3+	0.2			101.2	98.6	101.5	81.5	100.0	100.0	100.0	20	適合				7.95	7.68	4.29	39.63	7.95	7.68	4.29	39.63	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検059.7PA3+	0.2			100.2	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				1.03	0.82	0.24	0.02	1.03	0.82	0.24	0.02	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検060.7PA3+(MP)	0.2			118.3	86.4	103.5	99.8	100.0	100.0	100.0	20	適合				11.05	11.06	2.29	0.14	11.05	11.06	2.29	0.14	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検061.7PA3+	0.2			98.5	100.4	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				6.66	4.28	1.66	0.20	1.39	1.12	0.35	0.03	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検062.7PA3+(MP)	0.02			113.0	96.0	100.4	99.7	99.7	100.0	100.0	20	適合				1.62	0.08	1.62	0.08	1.62	0.08	1.62	0.08	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検064.7PA3+	0.05			116.9	85.2	103.7	98.3	100.0	100.0	100.0	20	適合				1.41	0.03	1.41	0.03	2.08	1.69	0.51	0.05	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検065.7PA3+(MP)	0.05			89.3	108.4	100.9	99.2	100.2	100.0	100.0	20	適合				0.99	0.92	1.09	0.84	2.08	1.69	0.51	0.05	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検066.7PA3+	0.2			98.3	100.6	99.8	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				1.19	0.95	1.19	0.95	1.19	0.95	0.30	0.03	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検067.7PA3+	0.2			98.3	100.5	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				1.09	0.84	1.09	0.84	0.25	0.02	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合		
検068.7PA3+	0.1			99.0	99.0	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				1.25	0.92	1.25	0.92	1.25	0.92	0.15	0.01	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検071.7PA3+	0.01			96.8	102.6	99.2	100.1	100.1	100.0	100.0	20	適合				0.87	0.65	0.21	0.02	0.87	0.65	0.21	0.02	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検072.7PA3+	0.02			103.4	97.2	100.9	99.9	100.0	100.0	100.0	20	適合				0.57	0.48	0.15	0.02	2.10	1.82	0.56	0.06	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検073.7PA3+	0.2			98.7	101.1	99.7	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				1.32	1.01	0.30	0.02	2.10	1.82	0.56	0.06	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検075.7PA3+	0.2			98.7	101.1	99.7	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				1.32	1.01	0.30	0.02	1.32	1.01	0.30	0.02	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検076.7PA3+	0.005			99.8	100.3	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	20	適合				5.10	3.88	0.74	0.04	1.32	1.01	0.30	0.02	20	適合	0.0	0.0	0.0	100	適合
検077.7PA3+(MP)																														

### 表6 検量線の妥当性評価結果

項目名	【精度(変動係数)】															【キャリオーバー】																	
	項目	STD1	STD2	STD3	STD4	STD5	STD6	STD7	STD8	STD9	許容率	判定	STD1	STD2	STD3	STD4	STD5	STD6	STD7	STD8	STD9	許容率	判定	1回目	2回目	3回目	許容率	判定					
	下限値																																
項目085.アジチチチチ	0.1				99.6	100.3	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	2.5	0.3	-15.7	100	適合					
項目081.アジチチチ	0.2					102.5	98.0	100.6	99.9	2.21	0.96	0.16	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	2.5	0.3	18.6	100	適合					
項目082.アジチチチ	0.2					106.3	93.2	102.2	99.8	2.66	2.44	0.73	0.12	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	20.9	51.6	0.0	100	適合					
項目080.アジチチチ	0.2					100.4	99.7	101.1	100.0	2.04	1.61	0.47	0.04	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-5.7	14.5	3.5	100	適合					
項目082.アジチチチ	0.2					99.0	100.4	100.1	100.0	20.09	14.86	4.15	0.31	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.0	-5.8	0.0	100	適合					
項目083.アジチチチ	0.2					99.9	100.1	100.0	100.0	1.92	1.52	0.45	0.04	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	4.8	11.9	6.9	100	適合					
項目084.アジチチチ	0.2					97.3	102.2	99.3	100.1	0.66	0.52	0.17	0.02	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-12.9	-13.5	-17.4	100	適合					
項目085.アジチチチ	0.2					96.7	102.2	99.5	100.0	4.11	2.35	0.50	0.02	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	9.2	0.0	0.0	100	適合					
項目086.アジチチチ	0.2					97.9	101.6	99.5	100.0	2.66	2.02	0.60	0.05	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.0	0.0	-7.5	100	適合					
項目087.アジチチチ	0.2					100.3	99.8	100.1	100.0	0.55	0.44	0.13	0.01	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-23.0	-2.4	-12.4	100	適合					
項目088.アジチチチ	0.2					95.2	101.4	99.6	100.0	0.39	0.29	0.09	0.01	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	7.3	11.2	8.4	100	適合					
項目089.アジチチチ	0.06				96.6	102.7	99.4	100.0	99.7	0.47	0.39	0.13	0.02	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	8.5	3.5	-2.5	100	適合					
項目100.アジチチチ	0.2					99.8	100.9	99.7	100.0	1.14	0.91	0.26	0.02	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-6.5	-11.0	-3.0	100	適合					
項目101.アジチチチ	0.2					104.2	96.6	101.1	99.9	1.41	1.25	0.39	0.04	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	23.8	35.3	22.1	100	適合					
項目102.アジチチチ	0.2					111.9	90.6	102.8	99.8	0.62	0.57	0.23	0.05	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.0	0.0	0.0	100	適合					
項目103.アジチチチ	0.1					99.2	100.8	99.8	100.0	12.21	8.94	1.40	0.12	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.0	0.0	0.0	100	適合					
項目104.アジチチチ	0.2					95.0	103.6	99.1	100.0	15.24	10.75	3.22	0.26	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.0	32.9	0.0	100	適合					
項目105.アジチチチ	0.05					99.9	100.1	100.0	100.0	0.89	0.75	0.01	0.01	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	2.0	-7.0	-2.5	100	適合					
項目106.アジチチチ	0.2					100.0	100.0	100.0	100.0	1.82	1.41	0.41	0.03	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-1.9	-6.9	3.7	100	適合					
項目107.アジチチチ	0.2					100.8	99.4	100.2	100.0	2.84	2.33	0.72	0.07	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	5.0	-1.0	4.1	100	適合					
項目102.アジチチチ	0.2					101.8	98.7	100.3	100.0	2.69	2.07	0.54	0.04	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.0	0.0	0.0	100	適合					
項目103.アジチチチ	0.2					99.4	100.5	99.9	100.0	1.07	0.83	0.24	0.02	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-5.8	0.0	0.0	100	適合					
項目102.アジチチチ	0.2					102.2	99.9	100.0	100.0	1.64	1.27	0.36	0.03	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-3.1	-1.1	2.0	100	適合					
項目110.アジチチチ	0.02					98.4	101.2	99.6	100.0	2.38	1.83	0.55	0.05	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.0	0.0	0.0	100	適合					
項目111.アジチチチ	0.2					99.4	100.4	99.9	100.0	0.81	0.60	0.18	0.01	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.0	0.0	0.0	100	適合					
項目112.アジチチチ	0.2					99.7	100.3	99.9	100.0	1.39	1.06	0.30	0.02	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-3.1	-2.1	-0.2	100	適合					
項目113.アジチチチ	0.2					99.3	100.5	99.8	100.0	0.35	0.29	0.09	0.01	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.0	0.0	0.0	100	適合					
項目114.アジチチチ	0.2					99.2	100.6	99.8	100.0	0.66	0.52	0.16	0.01	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.1	1.3	-5.3	100	適合					
項目101.アジチチチ	0.2					99.4	100.5	99.9	100.0	0.17	0.14	0.05	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	2.1	4.0	-4.7	100	適合					
項目002.アジチチチ	0.2					99.4	100.5	99.9	100.0	0.41	0.32	0.09	0.01	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-4.7	0.3	-9.8	100	適合					
項目004.アジチチチ	0.1					99.0	100.2	100.0	100.0	2.55	1.95	0.31	0.03	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.0	0.0	0.0	100	適合					
項目011.アジチチチ	0.2					98.1	101.5	99.5	100.0	2.52	1.99	0.64	0.06	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-15.0	0.0	0.0	100	適合					
項目012.アジチチチ	0.2					102.5	98.0	100.6	99.9	2.97	2.48	0.73	0.07	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.0	13.1	26.5	100	適合					
項目015.アジチチチ	0.2					100.5	99.6	100.1	100.0	0.75	0.59	0.17	0.01	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-1.6	2.6	-3.5	100	適合					
項目019.アジチチチ	0.2					100.3	99.7	100.1	100.0	0.96	0.77	0.23	0.02	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-5.2	1.0	-3.8	100	適合					
項目031.アジチチチ	0.2					99.3	100.6	99.8	100.0	1.72	1.38	0.43	0.04	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-8.4	-8.2	-11.7	100	適合					
項目035.アジチチチ	0.2					99.3	100.5	99.8	100.0	2.66	2.04	0.59	0.05	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-0.3	3.8	2.3	100	適合					
項目083.アジチチチ	0.01					102.0	98.5	100.3	100.0	2.57	2.01	0.32	0.03	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	13.4	0.0	0.0	100	適合					
項目01.アジチチチ	0.02					95.3	103.6	99.0	100.1	7.53	5.38	1.60	0.12	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	5.7	-2.6	8.7	100	適合					
項目02.アジチチチ	0.2					108.9	93.4	101.7	99.9	5.43	4.56	1.04	0.06	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-10.2	-40.3	-49.3	100	適合					

表 7 添加試料の妥当性評価 (精製水添加)

測定対象物質	目標値	定量下限値	添加濃度	定量結果(μg/L)								面積値		標準偏差	真度 (%)	併行精度 (RSD%)	選択性 (%)	判定			総合
				全操作	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均値	全操作	定量下限	30					併行精度	選択性	30	
対003.2,4-D(2,4-PA)	20	0.2	0.2	0.000	0.321	0.344	0.351	0.348	0.324	0.341	0	243202	0.014211	170.4	4.2	0.0	OK	OK	OK	不適合	
対005.MCPA	5	0.05	0.05	0.0000	0.0665	0.0708	0.0734	0.0765	0.0736	0.0710	0	3834	0.003738	143.6	5.2	0.0	OK	OK	OK	不適合	
対006.アミノ酸	900	0.2	0.2	0.000	0.221	0.198	0.214	0.210	0.205	0.211	0	47164	0.008791	105.4	4.2	0.0	OK	OK	OK	不適合	
対007.アミノ酸	6	0.05	0.05	0.0000	0.0523	0.0521	0.0523	0.0525	0.0531	0.0523	0	227155	0.000396	104.6	0.8	0.0	OK	OK	OK	適合	
対008.アミノ酸	10	0.1	0.1	-0.002	0.104	0.102	0.104	0.100	0.104	0.102	6442	1538522	0.001884	102.3	1.8	0.4	OK	OK	OK	適合	
対010.アミノ酸	6	0.05	0.05	0.0041	0.0469	0.0453	0.0465	0.0461	0.0447	0.0462	118920	2109421	0.000902	92.4	2.0	5.6	OK	OK	OK	適合	
対011.アミノ酸	30	0.2	0.2	-0.004	0.202	0.198	0.200	0.199	0.195	0.200	19793	2682297	0.002709	99.8	1.4	0.7	OK	OK	OK	適合	
対012.アミノ酸	5	0.02	0.02	0.0108	0.0197	0.0201	0.0195	0.0194	0.0198	0.0198	239913	3900327	0.000327	99.2	1.6	23.2	OK	OK	OK	適合	
対012.アミノ酸	5	0.02	0.02	0.0033	0.0196	0.0200	0.0198	0.0199	0.0196	0.0198	41698	584382	0.000187	99.2	0.9	7.1	OK	OK	OK	適合	
対015.アミノ酸	300	0.2	0.2	-0.003	0.196	0.198	0.198	0.194	0.196	0.196	15382	4331431	0.001656	97.9	0.8	0.4	OK	OK	OK	適合	
対016.イソプロパノール	2	0.02	0.02	0.0078	0.0196	0.0195	0.0199	0.0209	0.0190	0.0200	9610	111665	0.000718	99.9	3.6	8.6	OK	OK	OK	適合	
対017.イソプロパノール(IPP)	90	0.2	0.2	0.003	0.195	0.204	0.199	0.201	0.205	0.200	18805	4744863	0.003979	99.8	2.0	0.4	OK	OK	OK	適合	
対019.イソプロパノール	9	0.05	0.05	0.0000	0.0498	0.0484	0.0473	0.0474	0.0438	0.0482	0	178688	0.002230	96.4	4.6	0.0	OK	OK	OK	適合	
対020.エタノール	30	0.2	0.2	0.020	0.193	0.197	0.194	0.192	0.191	0.194	84718	8596926	0.002075	97.0	1.1	1.0	OK	OK	OK	適合	
対021.エタノール	80	0.2	0.2	0.051	0.200	0.196	0.193	0.190	0.185	0.195	61320	2917427	0.005651	97.0	2.9	2.1	OK	OK	OK	適合	
対023.アミノ酸	20	0.2	0.2	0.029	0.186	0.185	0.183	0.185	0.183	0.185	29337	3717432	0.001419	92.5	0.8	0.8	OK	OK	OK	適合	
対024.アミノ酸	30	0.2	0.2	0.000	0.216	0.219	0.214	0.219	0.219	0.217	0	290015	0.002155	108.4	1.0	0.0	OK	OK	OK	適合	
対025.アミノ酸	0.6	0.005	0.005	-0.00119	0.00588	0.00534	0.00491	0.00529	0.00483	0.00536	32043	320232	0.000395	107.1	7.4	15.8	OK	OK	OK	適合	
対027.アミノ酸	8	0.05	0.05	0.0000	0.0453	0.0457	0.0459	0.0424	0.0448	0.0448	0	56875	0.003122	89.6	7.0	0.0	OK	OK	OK	適合	
対028.アミノ酸	80	0.2	0.2	-0.092	0.179	0.179	0.184	0.178	0.179	0.180	3522	722952	0.002190	90.1	1.2	0.5	OK	OK	OK	適合	
対029.アミノ酸	20	0.2	0.2	0.002	0.208	0.205	0.209	0.210	0.212	0.208	4160	1039091	0.002511	104.1	1.2	0.4	OK	OK	OK	適合	
対030.アミノ酸	0.3	0.005	0.005	0.00021	0.00495	0.00512	0.00401	0.00445	0.00435	0.00466	64908	132982	0.000427	93.1	9.2	48.8	OK	OK	OK	NG	
対031.アミノ酸	5	0.05	0.05	0.0054	0.0559	0.0562	0.0556	0.0546	0.0547	0.0556	3051	136175	0.000706	111.1	1.3	2.2	OK	OK	OK	適合	
対033.アミノ酸	30	0.2	0.2	0.001	0.202	0.204	0.201	0.206	0.205	0.203	23972	3537714	0.001763	101.7	0.9	0.7	OK	OK	OK	適合	
対036.アミノ酸	20	0.2	0.2	0.034	0.195	0.193	0.193	0.192	0.195	0.193	45503	2143417	0.001396	96.7	0.7	2.1	OK	OK	OK	適合	
対038.アミノ酸	3	0.01	0.01	0.0081	0.0112	0.0106	0.0109	0.0111	0.0107	0.0110	26538	58917	0.000256	109.7	2.3	45.0	OK	OK	OK	NG	
対038.アミノ酸	0.01	0.01	0.01	0.0038	0.0113	0.0112	0.0108	0.0106	0.0108	0.0110	13220	166652	0.000272	109.7	2.5	7.9	OK	OK	OK	適合	
対040.アミノ酸	1	0.01	0.01	0.0009	0.0111	0.0106	0.0105	0.0108	0.0106	0.0110	7545	215833	0.000259	106.4	2.4	3.5	OK	OK	OK	適合	
対042.アミノ酸	20	0.2	0.2	-0.008	0.206	0.212	0.210	0.209	0.206	0.209	9701	1387007	0.002487	104.6	1.2	0.7	OK	OK	OK	適合	
対044.アミノ酸	8	0.05	0.05	0.0070	0.0539	0.0506	0.0507	0.0524	0.0533	0.0519	4999	328229	0.001503	103.8	2.9	1.5	OK	OK	OK	適合	
対048.アミノ酸	9	0.05	0.05	-0.0041	0.0465	0.0460	0.0480	0.0491	0.0459	0.0476	10927	482974	0.001608	95.3	3.4	2.3	OK	OK	OK	適合	
対050.アミノ酸	3	0.02	0.02	0.0000	0.0203	0.0213	0.0215	0.0211	0.0202	0.0211	0	94381	0.000607	105.4	2.9	0.0	OK	OK	OK	適合	
対051.アミノ酸	20	0.2	0.2	0.005	0.201	0.199	0.200	0.199	0.201	0.200	78938	10738202	0.000714	99.8	0.4	0.7	OK	OK	OK	適合	
対052.アミノ酸	50	0.2	0.2	-0.002	0.204	0.204	0.203	0.205	0.206	0.204	1450	1943557	0.000876	102.0	0.4	0.1	OK	OK	OK	適合	
対053.アミノ酸	30	0.2	0.2	-0.002	0.204	0.203	0.200	0.199	0.200	0.201	12122	2585960	0.002078	106.7	1.0	0.5	OK	OK	OK	適合	
対054.アミノ酸	3	0.01	0.01	0.0039	0.0104	0.0107	0.0108	0.0107	0.0103	0.0106	44530	804244	0.000199	106.4	1.9	5.5	OK	OK	OK	適合	
対054.アミノ酸	3	0.01	0.01	0.0009	0.0108	0.0105	0.0106	0.0107	0.0103	0.0106	48694	1002028	0.000208	106.5	2.0	4.2	OK	OK	OK	適合	
対055.アミノ酸	800	0.2	0.2	-0.008	0.194	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193	41455	11953274	0.000453	96.6	0.2	0.3	OK	OK	OK	適合	
対057.アミノ酸	100	0.2	0.2	0.000	0.216	0.223	0.219	0.230	0.218	0.222	0	93430	0.005561	111.0	2.5	0.0	OK	OK	OK	適合	
対058.アミノ酸	20	0.2	0.2	0.000	0.303	0.396	0.469	0.000	0.000	0.292	0	92	0.221159	146.0	75.8	0.0	NG	NG	OK	不適合	
対059.アミノ酸	80	0.2	0.2	0.000	0.202	0.202	0.194	0.197	0.195	0.199	0	644490	0.003988	99.4	2.0	0.0	OK	OK	OK	適合	
対060.アミノ酸	300	0.2	0.2	0.190	0.313	0.323	0.320	0.314	0.314	0.317	175105	704896	0.004506	158.7	1.4	24.8	NG	OK	OK	不適合	
対061.アミノ酸	20	0.2	0.2	0.012	0.197	0.199	0.196	0.194	0.196	0.196	91668	6382307	0.001608	98.2	0.8	1.4	OK	OK	OK	適合	
対062.アミノ酸	2	0.02	0.02	0.0052	0.0169	0.0167	0.0168	0.0165	0.0166	0.0167	10339	98695	0.000155	83.6	0.9	10.5	OK	OK	OK	適合	
対064.アミノ酸	6	0.05	0.05	0.0000	0.0515	0.0269	0.0381	0.0324	0.0504	0.0372	0	9419	0.010853	74.5	29.2	0.0	OK	OK	OK	適合	
対065.アミノ酸	5	0.05	0.05	-0.0424	0.0494	0.0487	0.0474	0.0505	0.0517	0.0490	549	221439	0.001655	98.0	3.4	0.2	OK	OK	OK	適合	
対066.アミノ酸	100	0.2	0.2	0.018	0.216	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219	20729	1108796	0.001218	109.0	0.6	1.9	OK	OK	OK	適合	
対067.アミノ酸	60	0.2	0.2	0.000	0.206	0.211	0.200	0.206	0.178	0.206	0	13383	0.013208	102.9	6.4	0.0	OK	OK	OK	適合	
対068.アミノ酸	30	0.2	0.2	-0.009	0.192	0.195	0.193	0.189	0.195	0.192	12906	2723433	0.002170	96.2	1.1	0.5	OK	OK	OK	適合	
対071.アミノ酸	10	0.1	0.1	0.001	0.105	0.106	0.103	0.100	0.103	0.104	10659	921058	0.002152	103.7	2.1	1.2	OK	OK	OK	適合	
対072.アミノ酸	4	0.02	0.02	0.0085	0.0198	0.0191	0.0194	0.0200	0.0195	0.0196	39822	265527	0.000338	97.9	1.7	15.0	OK	OK	OK	適合	
対072.アミノ酸	20	0.2	0.2	0.028	0.182	0.182	0.179	0.184	0.180	0.182	31114	2988883	0.001981	90.8	1.1	1.1	OK	OK	OK	適合	
対075.アミノ酸	20	0.2	0.2	0.003	0.191	0.191	0.192	0.192	0.192	0.192	109946	6714500	0.000890	95.8	0.3	1.6	OK	OK	OK	適合	
対076.アミノ酸	50	0.2	0.2	-0.005	0.203	0.208	0.206	0.210	0.207	0.207	4749	1320823	0.002650	102.6	1.2	0.5	OK	OK	OK	適合	
対077.アミノ酸	0.5	0.005	0.005	-0.00139	0.00624	0.00422	0.00586	0.00559	0.00507	0.00548	3342	18149	0.000783	109.6	14.3	19.3	OK	OK	OK	適合	
対078.アミノ酸	10	0.05	0.05	-0.0218	0.0403	0.0217	0.0425	0.0489	0.0460	0.0409	3527	49381	0.006582	81.8	16.0	7.2	OK	OK	OK	適合	
対078.アミノ酸	10	0.05	0.05	-0.0021	0.0547	0.0522	0.0532	0.0518	0.0530	0.0530	12996	224953	0.001122	106.0	2.1	5.8	OK	OK	OK	適合	
対079.アミノ酸	30	0.2	0.2	-0.010	0.200	0.204	0.203	0.202	0.205	0.202	6568	3036829	0.002018	101.0	1.0	0.2	OK	OK	OK	適合	
対080.アミノ酸	50	0.1	0.1	-0.010	0.106	0.105	0.105	0.106	0.106	0.105	27021	1314738	0.000260	105.5	0.2	2.1	OK	OK	OK	適合	
対080.アミノ酸	50	0.1	0.1	0.003	0.101	0.099	0.100	0.099	0.101	0.100	58665	3066690	0.001069	99.7	1.1	1.9	OK	OK	OK	適合	
対082.アミノ酸	7	0.2	0.2	-0.002	0.187	0.194	0.188	0.187	0.180												

## 色度測定による次亜塩素酸ナトリウムの有効塩素濃度簡易測定法の検討

### 1 調査概要

次亜塩素酸ナトリウム(以下、次亜という。)は、消毒剤として浄水場や遠方の配水池等の追加塩素に用いている。令和2、3年度において注入現場で次亜の劣化状況を容易に把握することを目的に日本電色工業製「水質計 WA1 及びWA-2M」(以下、WA-2M という。)を用いて、次亜の色度と有効塩素濃度の相関を調査<sup>1),2)</sup>したところ、高い正の相関を示す知見が得られ、色度により有効塩素濃度を推定できることがわかった。

しかしながら、WA-2M は測定セルがガラス製のため、破損の恐れが大きく、現場での取り扱いにやや難があった。そこで、水質管理課で保有するプラスチック製セルの共立理化学研究所製「デジタル濁色度計アクアドクター WA-PT-4DG」(以下、アクアドクターという。)を用いた色度測定による次亜の有効塩素濃度簡易測定法の検討を行ったので報告する。

### 2 機器の色度測定仕様及びアクアドクターの長所と短所

#### (1) 機器の色度測定仕様

表1にアクアドクターとWA-2Mの色度測定における仕様を示す。

両機器ともに測定方式は透過光測定法、測定波長は390nmで同じである。アクアドクターの表示は0.5度単位であり、50度を超える値はエラーを生じ測定できない。

表1 アクアドクターとWA-2Mの色度測定における機器仕様

機器	アクアドクター	WA-2M
測定方式	透過光測定法	透過光測定法
測定セル	プラスチック製 円形 直径20mm 埋め込み取り付け型	キャップ付きガラス製 20mmセル セルをセル室に挿入する脱着型
測定波長	390nm	390nm
測定範囲	0.0～50度	0～500度
	(50度超は50度点滅エラー表示)	(500度超でも測定値を表示)
表示	0.0～50度(0.5度単位)	0.00～999.99度(少数点2桁)

#### (2) アクアドクターの長所と短所

長所は、試料セルがプラスチック製の埋め込み型で、セル外部のふき取りやセル洗浄時のセル取り外しが不要のため、セルの破損の心配がほとんどないことである。

短所は、50度超の色度が測定できないことから次亜の希釈が必要なことと、現在、局内では水質管理課の1台しか保有していないことである。

### 3 調査方法

次の(1)から(3)の方法で次亜の色度及び有効塩素濃度を測定し、アクアドクターによる次亜の色度と有効塩素濃度の関係を求めた。

さらに、色度と有効塩素濃度の関係式がアクアドクターとWA-2Mで共用できるか調査した。

#### (1) 調査に用いた次亜原液及び検体

次亜原液は、①高陽浄水場の貯留槽次亜(令和4年6月16日タンクローリー納入分)(以下、高陽次亜という。)と②緑井浄水場の缶次亜(令和4年7月9日缶納入分)(以下、緑井缶次亜という。)を分取した。そして、これら原液を1、3、6、12%を目標に精製水で希釈したものを検体とした。

#### (2) 検体の色度測定

次亜原液の色度は1000度を超えるため、アクアドクターの測定上限(50度)を考慮し、検体を50倍希釈して色度測定した(以下、50倍希釈色度という)。なお、WA-2Mでの測定は50mmセルを用いた。

#### (3) 検体の有効塩素濃度の測定

水道用次亜塩素酸ナトリウム規格(JWWA K120:2008-2) 5.4.1 有効塩素(滴定法)に従い検体の有効塩素濃度を測定した。

## 4 結果及び考察

### (1) アクアドクターによる色度と有効塩素濃度の関係

アクアドクターによる 50 倍希釈色度と有効塩素濃度の関係は、正の相関が得られた (表 2、図 1)。また、50 倍希釈色度から求めた推定値と滴定法の有効塩素濃度の比は 0.96~1.23 であった。

これらの結果から、アクアドクターの 50 倍希釈色度による有効塩素濃度の推定は可能であることがわかった。

### (2) 色度と有効塩素濃度の関係式の共用

緑井缶次亜を用いてアクアドクターと WA-2M で、それぞれの 50 倍希釈色度と有効塩素濃度の関係を調査した。アクアドクターの近似直線は傾き 0.530、切片 0.439 であり、WA-2M の近似直線は傾き 0.513、切片 0.215 であった。また、アクアドクターと WA-2M の 50 倍希釈色度の比は 0.73~0.95 であり、有効塩素濃度 1% では 50 倍希釈色度に比較的大きな差がみられた (表 3、図 2)。

関係式を共有化するため、今回の調査データをすべて活用して近似直線を作成した (図 3)。近似直線の傾きは 0.511、切片は 0.338 であった。50 倍希釈色度から求めた推定値と滴定法の有効塩素濃度の比は、1% 付近は 0.95~1.21 と違いがあったが、3% 以上では 0.93~1.02 と一致していた (表 4)。

よって、50 倍希釈色度から推定した有効塩素濃度は、1% 付近ではやや正確性が劣るものの、次亜の劣化状況の把握には使用できるものと考えられる。

表2 アクアドクターによる50倍希釈色度と有効塩素濃度の関係

次亜	有効塩素 (%)	50倍希釈色度 (度)	有効塩素 (%)	推定値/滴定法
	滴定法		推定値 <sup>※1</sup>	
緑井缶	1.16	1.5	1.12	0.97
高陽	1.34	2.5	1.64	1.23
緑井缶	3.35	5.5	3.22	0.96
高陽	3.91	7.0	4.00	1.02
緑井缶	6.42	11.0	6.10	0.95
高陽	7.13	13.0	7.15	1.00
緑井缶	12.04	22.0	11.86	0.99
高陽	13.16	25.0	13.43	1.02

※1 アクアドクターの有効塩素濃度推定値 (%) = 0.524 × 50倍希釈色度 + 0.334

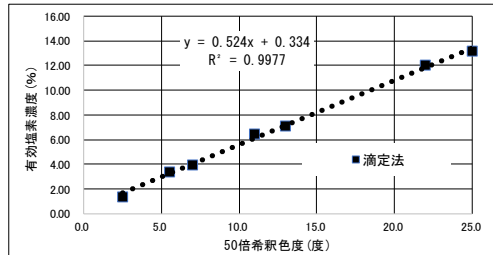


図1 アクアドクターによる50倍希釈色度と有効塩素濃度の関係

表3 アクアドクターとWA-2Mの50倍希釈色度と有効塩素濃度の関係

緑井缶次亜	アクアドクター		WA-2M [50mmセル]		アクアドクター/WA-2M 50倍希釈色度 (度)	
	有効塩素 (%)	50倍希釈色度 (度)	有効塩素 (%)	50倍希釈色度 (度)		
滴定法						
	1.16	1.5	1.23	2.05	1.27	0.73
	3.35	5.5	3.35	6.00	3.29	0.92
	6.42	11.0	6.27	11.90	6.32	0.92
	12.04	22.0	12.10	23.19	12.11	0.95

※2 アクアドクターの有効塩素濃度推定値 (%) = 0.530 × 50倍希釈色度 + 0.439

※3 WA-2Mの有効塩素濃度推定値 (%) = 0.513 × 50倍希釈色度 + 0.215

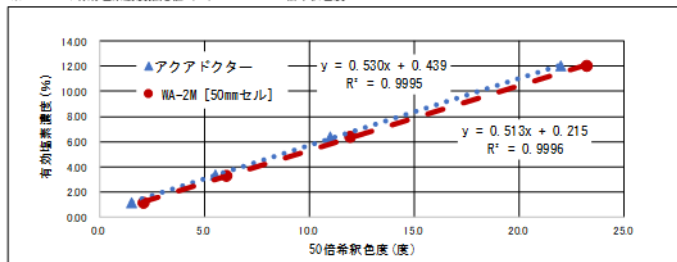


図2 アクアドクターとWA-2Mの50倍希釈色度と有効塩素濃度の関係

表4 50倍希釈色度と有効塩素濃度の関係

有効塩素 (%)	50倍希釈色度 (度)	有効塩素 (%)	推定値/滴定法
滴定法		推定値 <sup>※4</sup>	
1.34	2.5	1.62	1.21
1.16	1.5	1.10	0.95
1.16	2.05	1.39	1.19
3.91	7.0	3.92	1.00
3.35	5.5	3.15	0.94
3.35	6.00	3.40	1.02
7.13	13.0	6.98	0.98
6.42	11.0	5.96	0.93
6.42	11.90	6.42	1.00
13.16	25.0	13.11	1.00
12.04	23.2	12.19	1.01
12.04	23.19	12.19	1.01

※4 有効塩素濃度推定値 (%) = 0.511 × 50倍希釈色度 + 0.338

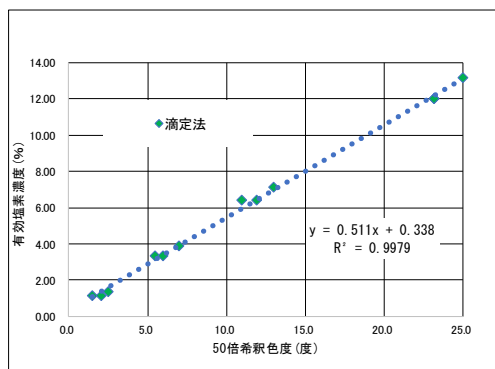


図3 50倍希釈色度と有効塩素濃度の関係

## 参考文献

- 1) 吉野泰盛. 色度による次亜塩素酸ナトリウムの有効塩素濃度予測法の検討. 令和2年度調査研究報告書. p. 26-27.
- 2) 杉田育生. 色度による次亜塩素酸ナトリウムの有効塩素濃度予測法の検討2. 令和3年度調査研究報告書. p. 41-42.

## 水質版BCPの策定

### 1 策定の経緯

我が国では平成 23 年の東日本大震災など各地で大規模地震が頻発し多くの被害が発生している。また、新型インフルエンザ等の感染症が出現すると世界的な大流行によって大きな健康被害と社会的影響をもたらすこととなる。こうした大規模災害等の発生により物的資源や人的資源が制約される中であっても、重要なライフラインである水道は機能の継続、あるいは早期復旧が可能な体制を構築しなければならない。そのため、本市水道局では大規模地震の発生に備えて「広島市水道局大規模地震発生時におけるBCP（業務継続計画）」（以下「地震BCP」という。）を、新型インフルエンザの発生に備えて「広島市水道局新型インフルエンザ対応マニュアル」（以下「インフル対応マニュアル」という。）及び「広島市水道局業務継続計画～強毒性新型インフルエンザ編～」（以下「インフルBCP」という。）を策定している。

これら業務継続計画では、災害時等において各所属が優先的に実施すべき業務である非常時優先業務が定められており、水質管理課の非常時優先業務も定められている。しかしその内容は、例えば「水源、取水口付近、通水区域などにおける水質の監視・検査及びその強化に関すること」と示されており、どこで・どのような方法で・どのような項目を監視・検査すべきか具体的には示されていない。そこで、災害時等において迅速かつ適切に対応できるよう非常時優先業務の具体を定めること等を目的に、「大規模災害時等における水質管理課業務継続計画」（以下「水質版BCP」という。）を策定した。

### 2 策定の方針

#### (1) 上位計画との関係

広島市及び水道局の危機管理マニュアルのうち、業務継続に係る地震BCP、インフル対応マニュアル<sup>※1</sup>、インフルBCP<sup>※2</sup>を上位計画とし、これらの実行のために水質管理課で実施すべき具体的内容等を定めることを策定の方針とした。さらに、事業の継続・復旧のために別途必要となる事項等についても定めることとした。

※1 国内発生早期や感染拡大期など新型インフルエンザ発生の各段階で実施すべき内容が示されている。

※2 感染拡大によって職員の40%程度が欠勤した場合の最優先業務等が示されている。

#### (2) 構成要素

業務継続計画の中核となり、その策定に当たって必ず定めるべき特に重要な6要素が存在する<sup>1)</sup>（表1）。これに、職員の安全確保<sup>2)</sup>、BCPの課題、BCPの維持改善<sup>3)</sup>という要素を加え、それぞれの具体を定めることを方針とした。

表1 業務継続計画の特に重要な6要素

① 首長不在時の明確な代行順位及び職員の参集体制	首長が不在の場合の職務の代行順位を定める。また、災害時の職員の参集体制を定める。 ・ 緊急時に重要な意思決定に支障を生じさせないことが不可欠 ・ 非常時優先業務の遂行に必要な人数の職員が参集することが必須
② 本庁舎が使用できなくなった場合の代替庁舎の特定	本庁舎が使用不能となった場合の執務場所となる代替庁舎を定める。 ・ 地震による建物の損壊以外の理由で庁舎が使用できなくなる場合もある。
③ 電気、水、食料等の確保	停電に備え、非常用発電機とその燃料を確保する。また、業務を遂行する職員のための水、食料等を確保する。 ・ 災害対応に必要な設備、機器等への電力供給が必要 ・ 孤立により外部からの水、食料等の調達が不可能となる場合もある。
④ 災害時にもつながりやすい多様な通信手段の確保	断線、輻輳等により固定電話、携帯電話等が使用不能な場合でも使用可能となる通信手段を確保する。 ・ 災害対応に当たり、情報の収集・発信、連絡調整が必要
⑤ 重要な行政データのバックアップ	業務の遂行に必要な重要な行政データのバックアップを確保する。 ・ 災害時の被災者支援や住民対応にも、行政データが不可欠
⑥ 非常時優先業務の整理	非常時に優先して実施すべき業務を整理する。 ・ 各部門で実施すべき時系列の災害対応業務を明らかにする。

### 3 水質版BCPの内容

水質版BCPの構成を表2に示す。1.項から3.項に示した内容は概ね前述のとおりであり、4.項以降の要点について以下に示す。なお、大規模地震発生時と新型インフルエンザ発生時は4.項と5.項で別々に記載しているが、これは発生時における対応の性質が異なるためである。具体的には、大規模地震発生時では発生直後から直ちに地震BCPに基づく対応をとることとなるが、新型インフルエンザ発生時では国内発生早期や感染拡大期等においてインフルBCPを発動させないよう水質管理課内での感染拡大をいかに防ぐかが対応の主なポイントとなる。

表2 水質版BCPの構成

1. BCP策定の目的
2. 上位計画との関係
3. 水質版BCP策定の方針
4. 大規模地震発生時における水質版BCP
5. 新型インフルエンザ発生時における水質版BCP
6. 水質版BCPの維持改善
7. 水質版BCPにおける課題

#### (1) 大規模地震発生時における水質版BCP

##### ア 大規模地震発生時の行動指針

職員自身や家族等の安全確保を最優先とすることを行動指針として定めた。

##### イ 想定地震

地震BCPに従い震度6弱以上の地震を想定していることを示した。また、大規模地震は勤務時間内よりも勤務時間外のほうが単純計算で約3倍高い確率で発生すると考えられており<sup>4)</sup>、水質版BCPは主に勤務時間外の発生を想定した対応方法について定めることを示した。

##### ウ 発災時に利用可能な業務資源

物的資源のうち、庁舎、電力、水道、通信の代替手段等について示した。

人的資源では、職員の自動参集要件を示し、地震BCPに従い発災後3日目までの参集率を60%、4日目以降を90%に設定した。また、課長、係長が不在の場合の代行順位を定めた。

##### エ 事前対策

大規模地震発生に伴う断水から給水を再開するには通水に係る水質検査が必要となり、早期に水質検査体制を整えることが重要となる。そこで、水質検査機器等の地震対策の重要性を示すとともに、水質検査に係る資機材及び試薬の確保について定めた。

また、庁内LAN上のデータは定期的にバックアップが取られており消失の可能性が低いことを示すとともに、発災時には危機管理マニュアルや水質検査に係る手順書等のデータが停電により印刷できない可能性があるため、これらの最新版を印刷物として保管するよう定めた。

##### オ 非常時優先業務の具体的な実施内容

地震BCPで定められた水質管理課に関連する非常時優先業務の一部を表3に示す。これら

表3 水質管理課の非常時優先業務（地震BCP）

業務名		開始目標時間
応急業務	水質監視モニター装置の稼働状況確認及び運用に関すること	3時間以内
	危険物、薬品等の漏洩、保管に関すること	
	精密機械などの破損の確認及び管理に関すること	
	水源、取水口付近、通水区域などにおける水質の監視・検査及びその強化に関すること	12時間以内
「災害時等における水質検査の相互応援に関する協定」に基づく他の水質検査施設への水質検査の実施に関すること		
通常業務	浄水処理過程及び給配水系統の水質管理に関すること	3日以内
	水源水域の水質調査に関すること	
	水質管理に係る企画、調査及び研究に関すること	1か月以内
	課の庶務に関すること	2週間以内

【水質様式2】各検査区画等の被災状況確認チェックシート

危険物、薬品等の漏洩状況、精密機械や備品等の破損状況等の把握を目的に、検査区画ごとに以下の内容について確認を行う。

検査区画等 (いずれかに○をする)	3階 ( _____ 室 _____ ・ 薬品庫 ・ 空調機室31) 3階 (倉庫 ・ 事務室 ・ 小会議室 ・ 廊下 ・ ベランダ <sup>※1</sup> ) 4階 (書庫 ・ スクラパー機械室 ・ 空調機室 _____) 1階ポンペ庫 _____ ※1 主に室外機の確認 屋上 <sup>※2</sup> _____ ※2 高置水槽、送風機の確認			
確認者				
確認日時	年	月	日	時
写真撮影 (検査区画)	<input type="checkbox"/> 手前から	<input type="checkbox"/> 奥から	<input type="checkbox"/> (両方から撮影する)	
窓ガラスの破損	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> あり	( )	
壁の崩落	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> あり	( )	
天井の崩落	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> あり	( )	
照明	<input type="checkbox"/> 点灯する	<input type="checkbox"/> 点灯しない	( )	
危険物・薬品等の漏洩	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> あり	( )	
ガス配管の破損	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> あり	( )	
漏水	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> あり	( )	
その他				
検査機器、備品等 (エアコン、冷蔵庫、キャビネット、棚、机、椅子、プリンター、PC等) の破損状況 ※ 全ての検査機器、備品等について確認を行う	機器・備品	落下・転倒	破損	通電
	<input type="checkbox"/> 落下 <input type="checkbox"/> 転倒	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> する <input type="checkbox"/> しない	<input type="checkbox"/> 済
	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> 不明	<input type="checkbox"/> 停電中	
	<input type="checkbox"/> 落下 <input type="checkbox"/> 転倒	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> する <input type="checkbox"/> しない	<input type="checkbox"/> 済
	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> 不明	<input type="checkbox"/> 停電中	

図1 各検査区画等の被災状況チェックシート



業務のほか、事業の継続・復旧のために必要となる業務について具体的な実施内容を定め、発災後の開始目標時間を基に時系列で示した。このうち「危険物、薬品の漏洩、保管に関すること」及び「精密機械などの破損の確認及び管理に関すること」では、発災後直ちに各検査区画や検査機器等の被災状況を調査・記録できるようチェックシート（図1）を作成した。

具体的な実施内容を定めるにあたっては、広島市及び水道局の危機管理マニュアルとの整合を図るとともに、過去の災害対応事例や(公社)日本水道協会発刊の「震災等の非常時における水質試験方法（上水試験方法-別冊）」等を参考にした。

## (2) 新型インフルエンザ発生時における水質版BCP

### ア 感染拡大期等に備えた対応

新型インフルエンザ感染が拡大した場合、薬品等の物資の調達が困難になる可能性があるため、必要な物資の確認・確保等について定めた。

また、水質管理課内の感染拡大を回避できれば、インフルBCPの発動が不要となる。そこで、2020年の新型コロナウイルス国内発生以降に水質管理課でとった感染対策を参考に、水質管理課職員以外との接触対応、水質管理課内の感染対策（事務室等の換気、ビニールシートによる飛沫飛散防止（図2）、スプリットチーム体制等）について定めた。



図2 ビニールシートによる飛沫飛散防止

### イ 最優先業務等

インフルBCPで定められた優先業務（表4）等について具体的内容を整理した。

## (3) 水質版BCPの維持改善

水質版BCPの実効性を高めるため、メール等による発災時の安否等確認訓練、研修用スライドによる内容周知、定期点検項目に従った点検を定期的実施するよう定めた。

## (4) 水質版BCPにおける課題

水質版BCPにおける課題を後任者に引き継げるよう、現状の課題（職員の食料・飲料の確保等）を示した。

表4 水質管理課の最優先業務等（インフルBCP）

最優先業務	残留塩素の確保の確認に関すること
	水道水の水質管理・検査のうち、緊急を要するもの
	水質汚染事故の対応に関すること 課の庶務に関することのうち緊急を要するもの
非常時には中止・延期を検討できる業務	水源の水質管理の関すること
	水道水の水質管理・検査のうち、緊急を要しないもの 課の庶務に関することのうち、緊急を要しないもの
即時に中止・延期が可能な業務	各種の調査研究業務に関すること

## 4 おわりに

水質版BCPで想定する災害等のうち、特に大規模地震はあるとき突然発生し対応に迫られることとなる。職員一人ひとりが迅速かつ適切に対応できるよう、今後は危機管理担当者が中心となって水質版BCPの継続的な見直しや定期的な訓練等を行い、水質版BCPの実効性の向上に努める必要がある。

### 参考文献

- 1) 内閣府（防災担当）. 市町村のための業務継続計画策定ガイド～業務継続に必須な6要素を核とした計画～. 平成27年5月.  
<https://www.bousai.go.jp/taisaku/chihogyoumuukeizoku/pdf/H27bcpguide.pdf>, (参照 2023-07-20).
- 2) 中野晋. 自治体のBCPについて. 令和4年度日本水道協会中国四国地方支部管理職講習会スライド.
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部. 下水道BCP策定マニュアル 2019年版（地震・津波、水害編）～実践的な下水道BCP策定と実効性を高める改善～. 令和2年4月.  
<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/content/001342056.pdf>, (参照 2023-07-20).
- 4) 広島市水道局. 勤務時間外における大規模地震発生時の初期活動マニュアル. 令和3年4月.