

令和 6 年度第 1 回水道における微生物問題検討会

日時：令和 6 年 12 月 9 日（月）15：00～17：00

場所：オンライン会議

出席者：（委員）秋葉座長、泉山委員、枝川委員、片山委員、佐野委員、茂野委員、
島崎委員、羽布津委員、吉田委員
（関係者）浅田氏、三浦氏

○野澤室長補佐 定刻となりましたので、ただいまより令和 6 年度第 1 回水道における微生物問題検討会を開催いたします。ご出席の皆様におかれましては、年末の大変お忙しいところ、ご参加いただきまして誠にありがとうございます。

はじめに開催にあたりまして、環境省水・大気環境局環境管理科水道水質・衛生管理室長の柳田よりご挨拶を申し上げます。

○柳田室長 環境省水道水質衛生管理室長の柳田でございます。本日はお忙しいところ、検討会に出席いただきましてありがとうございます。本日は昨年に引き続き、オンライン会議とさせていただきます。検討会の様子は、ライブ配信をしております。どうぞよろしくお願いいたします。

今年度から従来厚生労働省が担っておりました水道行政のうち、水道の水質・衛生管理に関する業務が、環境省に移管されました。そのため本検討会におきましては、環境省で業務を進めていくということになりますので、また引き続きご協力のほどよろしくお願いいたします。

近年この検討会では、令和 4 年 3 月に更新されました WHO 飲料水水質ガイドライン第四版におきまして、新規に設定されました藻類由来の毒性物質、シアノトキシンや、水道におけるウイルス等に関する話題を提供しているところでございます。

本日は、そういった話題に加えまして、英国におけるクリプトスポリジウム集団感染事例や京都市上下水道局様におけるこの夏のかび臭対策といった水道事業体における、生物障害に関する最新の話題を提供いただく予定としております。

今後の水道水の微生物対策についての、忌憚のないご意見を頂戴できればと考えておりますので、本日はよろしくお願いいたします。

○野澤室長補佐 本日の議員の出席状況でございますが、9 名の委員全員にご参加いただいております。

参考資料 1 に委員名簿がございます。お一人ずつのご紹介は委員名簿を持ってご紹介に変えさせていただきますが、今年度一名委員のご退任及びご参画がございます。

昨年度までご参画いただいております、東京都の金見委員がご退任となり新たに横浜市水道局浄水部浄水課長の羽布津慎一様にご参画いただいております。

羽布津様一言ご挨拶頂戴できますでしょうか？

○羽布津委員 横浜市水道局の羽布津と申します。今回より参加させていただくことになりました。このしばらく、現場から離れておりますので、皆様にはご迷惑をおかけすることもあるかと思いますが、どうぞよろしくお願いいたします。

○野澤室長補佐 ありがとうございます。今年度よりどうぞよろしくお願いいたします。

また、委員以外に国立保健医療科学院の三浦主任研究官と京都大学の浅田准教授にご参加いただいております。さらに、本日の検討会では、京都市上下水道局技術管理室水質管理

センターの藤原様より、今夏のかび臭対応についてご報告いただきます。
そして事務局からは、先ほどご挨拶を申し上げた柳田、室長補佐の渡辺、私、室長補佐の野澤が出席しておりますので、どうぞよろしくお願いいたします。
本日の資料については、事前に委員の皆様にもお送りさせていただいているところですが、議事の進行中も該当の資料を画面上に表示させて参りますので、画面をご覧くださいければと思います。
ご発言の際は、Webex の機能のミュートを解除していただき、ご発言が終わりましたらオフにさせていただきますようお願いします。
次に参考資料 2 の運営要領に基づきまして、座長を選出させていただきます。座長は第 1 回検討会において構成員の中から選出することとしております。事務局としては、これまでの検討会で座長を務めていただいた秋葉先生にお願いしたいと思いますが、よろしいでしょうか。

(異議なし)

○野澤室長補佐 どうもありがとうございます。それでは、ここからの進行は秋葉座長にお願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。
なお、ビデオの設定はオフにさせていただいても差し支えありませんが、ご発言なさる場合は、まずビデオをオンにいただき、座長から指名を受けた後にご発言をお願いいたします。
それでは秋葉座長、よろしくお願いいたします。

○秋葉座長 座長を拝命いたしました、国立保健医療科学院の秋葉でございます。どうぞよろしくお願いいたします。
本日は皆様方から活発なご議論をいただきまして、座長として取りまとめていきたいと思っております。ご協力のほどよろしくお願いいたします。議事に入る前に検討会の公開の取り扱いについて、事務局より説明をお願いいたします。

○野澤室長補佐 参考資料 3 をご覧ください。本検討会の公開の取り扱いにつきましては、参考資料 2 の運営要領にある通り、検討会において決定することとされております。個人情報の保護等の特別な理由がない限り、基本的に公開することとしておりますので、本日の検討会も公開とし、また委員の氏名と会議資料、議事録についても併せて公開いたします。ただし、資料においては著作権の問題で一部の資料を非公開としたいと考えております。以上になります。

○秋葉座長 何かございますか。よろしいでしょうか。それでは、そのような取り扱いでよろしくお願いいたします。
議事に入りたいと思います。議事次第に従って進行していきたいと思っております。まず議題 1 としまして、水道における微生物対策の実施状況について、事務局から資料 1 のご説明をお願いいたします。

○渡辺室長補佐 それでは、資料 1 の「水道における微生物対策の実施状況について」に関しまして、事務局の渡辺から説明させていただきます。まず、水道における遊離残留塩素濃度に関する事故事例、次に、水道におけるクリプトスポリジウム等対策及びその実施状況、クリプトスポリジウム等の検出による給水停止等の対応状況について順にご説明させていただきます。
1 ページ目の水道における遊離残留塩素濃度に関する事故事例について、でございます。報告された事故事例のうち、令和 4 年 1 月から令和 6 年 11 月までに発生しました、遊離

残留塩素濃度が 0.1mg/L を下回るなどの塩素消毒に関する事故事例を表－1 にお示ししております。今回は令和 6 年度の事例 8 件についてご説明させていただきます。

1 例目は、東京都の簡易水道で発生した事故事例になります。こちらは発覚日の前日にあった落雷により次亜塩素酸ナトリウムの注入設備が停止しまして、残留塩素濃度が 0.1mg/L を下回ったという事故事例になります。本件では 3 日間ほど職員の手により次亜塩素酸ナトリウムの投入が行われ、その後、設備復旧に伴い自動注入が再開されております。

2 例目は、群馬県の飲料水供給施設で発生した事故事例になります。こちらは次亜塩素酸ナトリウムの薬液タンクが空であることに気づかず、残留塩素濃度が 0.1mg/L を下回ったという事故事例になります。本件では、4 月の管理者変更に伴う引き継ぎの不備によるものであったということで、地域の保険管理事務所から管理徹底の指導といった対応が取られております。

3 例目は、長野県の上水道で発生した事故事例になります。これは取水ポンプと連動している薬品注入ポンプの不具合が原因とのことで、そのため 0.1mg/L を下回ったという事故事例になります。本件では、部品交換等による設備修繕の対応が取られております。

4 例目および 5 例目は、群馬県の飲料水供給施設及び簡易水道で発生した事故事例になります。いずれも塩素注入の不具合等により、次亜塩素酸ナトリウムが注入されておらず、残留塩素濃度が 0.1mg/L を下回ったという事故事例になります。本件では、保健所による塩素注入や測定確認の徹底といった指導等の対応が取られております。

6 例目は、秋田県の飲料水供給施設で発生した事故事例になります。これは次亜塩素酸ナトリウムの注入設備の不具合によるもので、おそらく停電によるとされておりますが、それにより次亜塩素酸ナトリウムが注入されておらず、残留塩素濃度が 0.1mg/L を下回ったという事故事例になります。本件では次亜塩素酸ナトリウムの注入設備の不具合を早期に発見できるよう点検頻度を増やすなどの対応が取られております。

7 例目は、千葉県の特用水道で発生した事故事例になります。こちらでも次亜塩素酸ナトリウムの注入設備の不具合により、次亜塩素酸ナトリウムが注入されておらず、残留塩素濃度が 0.1mg/L を下回った事例となります。本件では次亜塩素酸ナトリウムの注入設備の調整等の対応が取られております。

最後の 8 例目は、高知県の簡易水道で発生した事故事例になります。こちらは次亜塩素酸ナトリウムの注入設備と連携している流量計の手前にあるフィルターが目詰まりしたことで、流量計が正しい流量を把握できず、適切な注入が行われなかったという事例になります。本件ではフィルター清掃等の対応が取られているというところがございます。

いずれの件につきましても、健康被害の報告はなかったというところがございます。

続きまして、2 ページ目の水道におけるクリプトスポリジウム等対策について、でございます。図－1 は水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針に書かれているものでございますが、汚染のおそれの判定基準、それに対する必要な予防対策をまとめたものでございます。2 ページ目の下、それから 3 ページ目の表－2 には令和 4 年 3 月末時点のクリプトスポリジウム等対策の実施状況を示しております。水道事業、水道用水供給事業及び特用水道における対策指針に基づく浄水施設でのろ過、または紫外線処理施設の整備や水源変更等によるクリプトスポリジウム等対策の実施状況について調査した結果になります。表－2 でございますが、全量受水を除く表流水、伏流水、浅井戸または深井戸を水源とする浄水施設としましては 20,145 施設ございまして、そのうち水道原水のクリプトスポリジウム等による汚染の恐れがある施設、つまり予防対策の必要なレベル 4 の施設が 4,260 施設ございます。このうち、約 90%にあたる 3,898 施設ではすでに対策施設設置等の予防対策が実施済みでありました。同様に予防対策の必要なレベル 3 の施設が 3,805 施設ございまして、このうち約 58%にあたる 1,954 施設、こちらは対策済みの浄水施設のろ過の 1,591 と紫外線照射の 363 を足した数字になりますが、こちら 1,954 施設では対策済みとなっております。

残る 1,851 施設、レベル 3 施設の約半数が対応を検討中という状況となっております。これらの施設では、当面の措置として、対策指針に基づき、原水の水質監視を徹底し、クリプトスポリジウム等が混入する恐れが高まった場合には取水停止を行うこととされております。

なお、クリプトスポリジウム等の汚染の恐れを判断を行っていない施設数、レベル未判定の施設数が 1,018 施設ありまして、調査対象の浄水施設数の約 5%となっており、こちらは若干ではございますが、昨年度から減少傾向になります。

4 ページ目から 5 ページ目につきましては、クリプトスポリジウム等の検出による給水停止等の対応状況について、平成 8 年から令和 6 年 11 月末までに報告された事例をお示ししております。昨年度の本検討会以降でございますが、新たに報告事例はないという状況でございます。資料 1 の説明は以上になります。

○秋葉座長 どうもありがとうございました。それでは、只今のご報告につきましてご質問ご意見、お気づきの点がございましたら、よろしく願いいたします。

○秋葉座長 残留塩素濃度に関しましては、今年度は健康被害まで確認されたものはないということであり、ここ令和 3 年からクリプトに関しましても検出とその対応した事例はなしということであります。

○片山委員 よろしいでしょうか。

○秋葉座長 片山先生、よろしくお願いします。

○片山委員 例えばクリプトスポリジウムのところですけども、対応するとなると国交省所管の業務が混じってくるという気もするのですが、国交省とこの水質関連の情報共有の仕組みっていうのは既に整っているのでしょうか。そのあたりはどうなっているかお聞かせいただければと思います。

○渡辺室長補佐 今回の行政移管に伴いまして、国交省との情報共有の連携については、体制について整えられておりまして。こういった事例があった際には、速やかに国交省の方から環境省に連絡が頂けるようになっているところでございます。

○片山委員 ありがとうございます。

○秋葉座長 その他何かございますか。よろしいですか。では、渡辺さんありがとうございました。

では引き続きまして、議題 2 に入りたいと思います。英国の **Brixham** における水道水を原因としたクリプトスポリジウム集団感染事故と対応の概要について、ご説明は、国立保健医療科学院の三浦主任研究官からです。

○三浦氏 国立保健医療科学院の三浦でございます。私からは、今年の 5 月に発生しました水道水を介したクリプトスポリジウムの集団感染事故について、資料 2 を用いてご説明いたします。次のページをお願いいたします。

まず、このクリプトスポリジウム集団感染事故の概要についてですけども、2024 年 5 月に英国南西部の **Brixham** で送水管の空気弁ケーシングが破損し、発生したとされております。この給水マップのうち赤丸で示してある部分に空気弁が設置されているのですが、この部分で破損が見つかったという事例でございます。こちらの空気弁が牧場内に設置されており、クリプトスポリジウムを含む畜牛の糞尿が管に侵入してしまったという可能性が考えられております。5 月 13 日に 8 人のクリプトスポリジウム症患者発生を検知しまして、その後、14 日から水質検査が実施されました。15 日に結果が判明しまして、まずは

こちらのエリア、3つに給水エリアが色分けされていますけれども、こちら全体の1万7千世帯に煮沸通告が出されました。後に18日にAlston 給水区域、このグリーンで塗られている給水区域がAlstonになりますけれども、こちらに対しては検査の結果、不検出を確認しまして煮沸通告は解除されました。30日時点で100人以上がクリプトスポリジウム症と診断されました。そして、その後も洗浄作業が続きまして、7月8日にすべての給水区域において煮沸通告が解除され、最後まで通告されていた674世帯では、およそ8週間に渡って煮沸して飲用しなければならない状況だったようです。次お願いします。

こちらが汚染が確認された、Hillhead 配水池と周辺環境について、事業者が公表している動画から画像をキャプチャーしたものになっております。右上が配水池の上空から撮った写真ですが、図では円筒型の配水池が描かれておりますけれども、実際には地下に埋設されている配水池になっております。こちらに対して、送水管が接続されているわけですが、そこで、破損が見つかったというものになります。左下の写真は、中心部でボトル水を配布している様子になっていますが、このような市街地がある町のようにです。次お願いします。

そして対応の概要についてですが、汚染された給水区域での、対応策についてです。先ほどの写真で示しましたように、ボトル水の配布がなされましたし、そして、採水とクリプトスポリジウムの検査、また34kmにわたる配水管をフラッシングにより27回洗浄、送水管と配水管をアイスピグやスワブで洗浄、これは17のフェーズに分けて行われたそうです。また、管網にUV照射装置とMF膜処理が設置され、家庭に給水されるまで2から3回処理されるように対策されました。また、具体的な箇所は明示されてはいませんが、1.2kmの新しい管が敷設されたという説明もございました。右上の地図で凡例が示されている通り、顕微鏡のマークが記載されている箇所が採水地点で、こちらの水試料のクリプトスポリジウム検査が行われました。また、UVトリートメントというマークがありますが、Hillhead 配水池に入る前にUV照射装置が置かれております。また、その下の配水池においても照射装置が設置されました。そしてオレンジ色の、マイクロフィルトレーションと書かれているのが、MF膜処理の装置になっております。右下の写真で左側がUV照射装置で右側が膜ろ過装置となっております。次お願いいたします。

こちらの事故を受けまして、事業者では事故対応に関して広報を行ってございましたけれども、まずは事業者ホームページで情報提供が行われておりました。そして、特徴的なのは、対策作業の内容等を動画でも解説されておりました。そして、事業者SNSアカウントからの情報提供、メディアによる情報発信、住民説明会は複数回実施され、説明が行われたそうです。そして、リーフレット等の配布も行われていました。では、参考までに、YouTubeでこの説明動画が公開されておりますので、私から共有させていただければと思います。

(YouTube 動画)

○三浦氏 このように住民に対して、フラッシングやアイスピグを用いた洗浄というのを、説明する必要が生じておりました。具体的には、2ヶ月間にも渡って配水管網におけるクリプトスポリジウムを洗浄する作業を行っていましたが、なかなか不検出にならない地域もあったがために、このような動画を用いて、実際に住民にどのような対策をとっているかということを説明されたものと思われます。特徴的な点としましては、なかなか言葉だけでは説明しにくい、アイスピグの管内でははたらきや、あとはUV照射装置、膜ろ過設備を用いて、クリプトスポリジウムを不活化、除去したわけですが、それについて丁寧に説明されているという印象でございます。次お願いいたします。

この対策作業の進捗は、常にWebページで公開されており、どこまで対策が進んでいるか、どのエリアは煮沸通告が解除されているかということが効果的に示されておりました。こちらの図は、6月17日時点のものになりますけれども、まだ2つの給水区域につい

ては煮沸通告が出されているような状況でございます。グリーンのチェックマークで、このように UV 照射装置や膜ろ過処理装置、あとはアイスピグや、対策は行っているということが示されております。次お願いいたします。

こちらはクリプトスポリジウムの測定結果の報告になります。一番左の日付が 2024 年の 5 月 14 日になっておりますけれども、ここで配水池で 1L あたり 0.01 個ほどのクリプトスポリジウムが検出されたという結果になっております。その後の洗浄作業によって、徐々に濃度が低下しまして、不検出を確認して煮沸通告を解除しているという状況でございます。次お願いいたします。

クリプトスポリジウム検査の結果は、毎日報告されておりますし、徐々に煮沸通告の区域が解除されている様子というのも、ご覧いただけるようになっております。次お願いいたします。

こちらは先ほど示した給水エリアとは異なる地点のクリプトスポリジウムの測定結果を示したのですが、洗浄作業が行われている期間では、徐々に濃度が下がっていく様子が見てわかりますが、この赤の矢印で示している地点のように、7 月に入ってから試料になりますが、煮沸通告が解除された後にもごく低濃度でクリプトスポリジウムが検出されることもございました。その後、この試験は 9 月中旬までは毎日実施されておりました。次お願いいたします。

こちらは先ほどお示したように、ごく低濃度ではありますが、クリプトスポリジウムが検出されてしまうことを説明している文書になっております。一部分のみ、和訳をつけてご説明いたしますけれども、赤線を引いているところです。時々クリプトスポリジウムが低濃度で検出される採水地点がある可能性が説明されております。具体的には、そういった地点でも問題ないということを説明するのに、給水システムへの汚染源は、これ以上存在していないということと、クリプトスポリジウムの検出レベルは、病気を引き起こす濃度レベルよりは低いということ、そして、追加した処理システムは設計通りに稼働しており、給水システムを有効に保護しているということが説明されております。次お願いいたします。

こちら最後ですが、煮沸通告の解除の際に注意すべき点についてリーフレットを用いて広報されておりました。1 つ目は **"Flush cold water tanks"** ということで家庭にタンクがある場合には、すべて空にして新しい水を入れて欲しいということや、中央の 2 番目ですが、浄水器等でフィルターを用いている場合には、そのフィルターを交換する、3 番目では、氷で作ったものがあれば、それも新しくする、ステップ 4 は、ボートとかキャラバンがある場合に、そちらに給水タンクがある場合には、それを空にして新しい水を入れる。そしてプールをお持ちの家庭では、直接こちらの事業体に相談するように連絡先が示されておりました。最後のスライドをお願いいたします。

以上、まとめますと、今年の 5 月に英国南西部の **Brixham** で発生した水道水を介した集団感染事故とその対応について報告させていただきました。送水管の空気弁ケーシングが破損し、水道水がクリプトスポリジウムを含む畜牛の糞尿に汚染され、100 人以上がクリプトスポリジウム症と診断されました。送水管と配水管をフラッシングやアイスピグで洗浄しました。そして、UV 照射装置と MF 膜処理装置を配水管網に設置するという対策が取られ、また新しい管を敷設するなどの対応がなされました。そしてクリプトスポリジウムの不検出を確認して煮沸通告が解除されていきました。対応や対策の作業は、Web ページや SNS 等で図や動画を用いて広報されておりました。クリプトスポリジウムの検査結果は、Web ページで一定の期間は毎日報告されておりました。最後は事故を教訓にしていますが、日本水道協会の水道維持管理指針では、この空気弁について断水時に弁室内の汚水、土砂等を吸引することがあるため、弁室内は常に清掃しておくという注意が記載されております。従いまして、このような管理の徹底をすることが重要であると考えております。また、汚染された給水区域で採水検査する試料の体積をどのぐらいにするのか、また有効な濃縮精製方法はあるのか、具体的には配水管網においてフラッシングを行ったものにな

りますので、鉄さび等を含む試料になるということが想定されますけれども、そういった試料でもオーシストを磁性ビーズで効率よく精製することができるのかですとか、そういった点を検討しておく必要があるのではないかと考えております。以上で説明を終わります。ありがとうございました。

○秋葉座長 どうもありがとうございました。非常に丁寧にまとめていただきました。ご質問、コメント等ございましたらお願いいたします。

○佐野委員 私からよろしいでしょうか。佐野でございます。

○秋葉座長 佐野委員、お願いします。

○佐野委員 ご説明ありがとうございました。いくつかお聞きしたいことがあります、空気弁の損傷原因についてはどこかで言及があったりしたのでしょうか。

○三浦氏 すみません、空気弁の何でしょうか。

○佐野委員 損傷原因です。

○三浦氏 損傷原因についての説明はございませんでした。

○佐野委員 わかりました。あと、ご説明の資料で始めの方の概要 2 ページ目で説明していただいて、空気弁ケーシングの破損括弧 1 と引用のアドレスを示していただいていたんですけど、これを見ると、頻繁にニュースがアップされていて、すぐこのページに行けなかったもので、日付を書いていた方がいいと思います。

○三浦氏 ありがとうございます。そうですね。複数の記事でどんどん更新されておりますので当該記事が下がってしまっていると思います。

○佐野委員 ありがとうございます。もう 1 個だけ、すみません。今の時間内では見つけれなかったのですが、このサウスウェストウォーターは、資金的にはどんな事業体でしょうか。民営化されているものなのですか。

○三浦氏 民営です。

○佐野委員 それでこういったニュースの出し方を頻繁に行われたりするところもあるのでしょうか。

○三浦氏 そうですね。効果的に広報が行われているという印象を受けました。

○佐野委員 わかりました。ありがとうございます。

○三浦氏 ありがとうございます。

○秋葉座長 その他何かございますか。

○枝川委員 よろしいでしょうか。

○秋葉座長 どうぞ。

○枝川委員 大阪健康安全基盤研究所の枝川です。貴重な情報ありがとうございます。1 点、教えていただきたいのですが、13 枚目まとめのところで、今後、鉄さびを含む試料からのオーシストの精製方法を検討しておく必要があると記されていて、クリプトスポリジウムの検査で免疫磁気ビーズを使っているところは磁石を使って捕集するので鉄さび、すべてのものが磁石につくものではないと思いますが、かなり影響があるのではないかと思います。これから検討ということですが、鉄さびを回避するのは非常に難しいものなのか、もしくは何か方法を使えば、上手くいく見通しみたいなものがあれば、わかっている範囲で先生のご見解を教えてくださいたく思います。よろしく申し上げます。

○三浦氏 ご質問ありがとうございます。やはりご指摘の通りですね。鉄さびが含まれている試料または水道原水でも砂鉄分が多い試料では磁性の抗体ビーズを用いた回収がやや困難だと伺っておりますので、その部分を回避できる方法を検討したいとは考えております。今のところ知見は持ち合わせてはいませんので、今後は文献調査をしっかりと行ってまいりたいと考えております。

○枝川委員 ありがとうございました。

○秋葉座長 泉山委員、何かありますか。

○泉山委員 感染研の泉山です。鉄さび試料ということですが、河川水で砂鉄を含んでいるような場合は、磁石を使って砂鉄を除いてから磁気ビーズ法に入ったら良いのではないかと説明したことがあります。もし鉄さびを疑うようでしたら、磁気ビーズ法を開始する前に磁石を使って鉄さびを少し除いたら良いのではと思います。

○秋葉座長 どうもありがとうございました。前処理としてそのような方法もあるということでもありますけれども、ご参考までということです。

○羽布津委員 横浜市水道局羽布津です。よろしいでしょうか。

○秋葉座長 どうぞ。

○羽布津委員 浄水場から出た水を、送配水管の中で消毒をしたり、物理的にフィルターで除去するという手法が我々日本の水道事業体からすると、とても斬新な方法だと感じますが、海外ではこのような方法がよく採用されて、それに使えるような器具・機材が開発されているという認識でよろしいでしょうか。教えていただければと思います。

○三浦氏 ご質問ありがとうございます。私も初めて知ったケースですので、このような対策は、おそらく応急的なものであると思いましたが、こういった対策が一般的であるかどうかは、分かりませんでした。また可搬型の UV 照射装置、そして、膜ろ過処理装置が持ち込まれたということでもございましたけれども、おそらく、この対策として所有していたものではなく急遽設置されたものではないかと考えております。

○羽布津委員 ありがとうございます。

○島崎委員 国立保健医療科学院の島崎でございます。私も送配水管の途中でクリプトスポリジウムによる汚染が生じたという事例は寡聞にして存じておらず、おそらく世界中でも初めてではないかと認識しております。これまでの他の事例ですと、原水が汚染されて、その浄水場の処理が適切でなかったため、浄水場に紫外線等の追加の処理を入れる場合が多いと思いますが、このように送配水過程で追加の処理を入れるというのは、クリプトスポリジウムに限らず、非常に独特と思います。そういう場合に水道の規制部局に対する許認可をどうするのか、というところへの関心もありますので、もう少し情報収集できればと思っております。以上でございます。

○秋葉座長 よろしいでしょうか。ご質問等がないようでしたら、次の議題に進みたいと思います。議題の 3 です。ウイルスに関する知見につきまして、これも国立保健医療科学院の三浦主任研究官から資料 3 を用いてのご説明をお願いいたします。よろしくお願いいたします。

○三浦氏 では資料 3 の表示をお願いいたします。引き続き、国立保健医療科学院の三浦から資料 3 を用いて病原ウイルスの不活化を保証する塩素消毒条件の検討についてご説明いたします。次のスライドをお願いいたします。

次のスライドから、7 枚目までは昨年度のこの微生物問題検討会でもお示しした資料になりますけれども、新しく委員になられた方もいらっしゃいますので、簡単にご説明させていただきます。

まず、本研究の背景についてですけれども、我が国の水道水源は 3/4 が河川やダム、湖沼等の地表水を使用しておりまして、ヒトや動物のふん便に由来する病原微生物に汚染されている場合が多いという特徴がございます。そのような中で、近年は洪水被害や、渇水被害が頻繁に発生しておりますけれども、このように微生物リスクが高まる気候変動の影響というのがございます。従いまして、このような気候変動影響下においても、安全な水道水の供給を維持するために、指標細菌よりも生残性が高く、浄水処理での除去性が低いウイルスについて、リスクを適切に管理する必要があると考えております。次をお願いいたします。

こちらは水道におけるウイルスのリスク管理の国際動向をまとめております。EU や米

国、カナダ、オーストラリアでは大腸菌ファージや腸管系ウイルスに言及しながらリスク管理の方法が、規制やガイドラインで示されております。

また、WHO でも大腸菌ファージや、*Bacteroides fragilis* ファージ、また腸管系ウイルスそのものを用いてウイルスの消毒や、物理的除去プロセス、その効果を評価できるということが記載されております。次お願いいたします。

諸外国においては、このように指標細菌として大腸菌や腸球菌等を監視しつつも、腸管系ウイルスが、指標細菌よりも環境水中で生残性が高く、ろ過処理で除去性が低く、そして塩素消毒で不活化されにくいという点を留意しております。そのため大腸菌の不検出は必ずしも腸管系ウイルスが存在しないことを示すわけではないということで、大腸菌ファージ等を用いたウイルスのリスク管理が重要であるとされています。ただし、水道水から、大腸菌ファージが検出されないことが腸管系ウイルスや原虫が存在しないことを裏付けるものではないということも記載がございます。すなわち、コクサッキーウイルス B5 型のようにファージよりも消毒耐性が高いヒト腸管系ウイルスが存在しますので、ファージを指標とすることは水道水の安全性を保証するには不十分であると考えられております。

そのような、背景のもと、昨年度まで厚労科研のウイルス分科会では、浄水処理のウイルス除去指標として、PMMoV、トウガラシ微斑ウイルスに着目した研究を行ってまいりました。PMMoV はピーマンやトウガラシ類に感染する植物ウイルスで、ヒトへの感染性は報告されていないものです。チリペッパーソース等の調味料等、食品に含まれており、それを摂取した人のふん便中に高濃度で排出される特徴がございます。従いましてヒトふん便汚染を示す指標として提案されているものになります。右のグラフはこちらの PMMoV と他の腸管系ウイルスを同時に凝集沈澱ろ過によって処理した実験結果を示しており、腸管系ウイルスの log 除去率が縦軸、横軸が PMMoV の log 除去率となっております。こちらにプロットされているように、PMMoV の除去率が他の腸管系ウイルスとよく類似しているということが示されております。従いまして、ふん便汚染が見られる原水中に高濃度で含まれており、かつ浄水処理で腸管ウイルスと除去性が類似しているという点で、このトウガラシ微斑ウイルス PMMoV をウイルスの除去指標として使えないかということを検討してまいりました。さらに、塩素消毒に耐性があり、浄水試料からも遺伝子が $10^{1\sim2}$ copies/L の濃度で検出されるという特徴もでございます。次お願いいたします。

ウイルス分科会では、表流水を水源とする水道における病原ウイルスに対して、PMMoV 遺伝子マーカーおよび病原ウイルスの除去不活化を保証する水質運転パラメーターを用いたリスク管理を提案しております。水源から凝集沈澱のろ過までの物理的除去プロセスまでを PMMoV 遺伝子マーカーを用いて評価することとし、それ以降、病原ウイルスが不活化されているかどうかについては、水質運転パラメーターで管理するものになります。本日は、この不活化特性と赤枠で囲んでおります遊離塩素による消毒実験において、病原ウイルスが不活化される条件について詳細に検討した結果をご報告させていただきます。次のスライドお願いいたします。

こちらの 7 枚目のスライドまでが、昨年度の検討会でお示しした資料になります。これまでの調査研究によって、PMMoV は水道原水中において、高く $10^5\sim6$ copies/L の濃度で含まれていることがわかってまいりました。また、WHO の飲料水水質ガイドラインにおいて、参照病原ウイルスとして記載のあるロタウイルスについても、PMMoV と同様の濃度で含まれる地点もあるということがわかってまいりました。そして凝集沈澱ろ過処理によってはおおよそ 1~2log 程度除去されるという知見も、蓄積されてまいりました。そして左下に書いておりますけれども、WHO 飲料水水質ガイドラインにおいて、許容感染リスクとされております 10^{-6} DALY/人/年に相当する濃度として 10^{-5} PFU/L という感染価がロタウイルスについては、算出されております。こちらを満たすためには、塩素消毒において 8~9log 病原ウイルスを不活化する必要がある、と試算されております。この部分について、腸管系ウイルスの中でも塩素消毒の耐性が高いコクサッキーウイルス B5 型を用いて、実験を行った詳細なデータがまとまってまいりましたので、ご説明できればと思います。

す。次のスライドお願いいたします。

こちらがコクサッキーウイルス B5 型の培養株を用いた塩素消毒による不活化実験の結果ですが、横軸に CT 値、濃度×接触時間の積で表すものです、こちらと縦軸に log の不活化率を取っているものを示しております。CT 値が 40 の部分を見ていただきますと、およそ 8~9log は不活化されるということが、これまでデータで示されております。ご覧のように、この不活化曲線がテーリングしております。このテーリングのメカニズムについて、詳細に検討した結果が、本日お示しするデータとなっております。こちらは北海道大学の白崎先生のご研究による結果になります。次のスライドお願いいたします。

まず、実験原水としては PBS を用いていますが、こちらに培養したコクサッキーウイルス B5 型を添加し、5℃で 24 時間攪拌した試料を孔径の異なるろ過膜でろ過し、その濃度を調べた結果を示しております。左側のグラフが PFU と書いてありますが、感染価を示しております。右側がリアルタイム PCR による遺伝子数の測定結果となっております。こちらの実験原水を孔径の異なるろ過膜でろ過していきまると、左に示しておりますように、徐々に濃度が小さく測定されている様子がわかるかと思えます。こちらは実際のウイルスの直径よりも大きな孔径において確認されていることから、おそらくウイルスが凝集塊を形成しているということを示しているデータとなっております。一方で、それぞれのグラフの右側には NaPP という分散剤を添加した条件を示しておりますが、このような分散剤を添加しますと、ほとんど濃度が変化していない様子がわかるかと思えます。分散剤を添加することによって、ウイルス粒子同士の凝集塊が解消したということを示しているデータとなっております。次のスライドをお願いいたします。

こちらの結果は、先ほどお示したデータに NaPP という分散剤を添加して、消毒実験を行った結果を赤のプロットで示しているものになります。ご覧いただいておりますように、先ほどの青のプロットでは、テーリング現象が起きておりますが、NaPP を添加した実験系においては、この赤で示しているように、ほぼ直線でウイルスが不活化されていく様子というのが観測されました。すなわち、先ほど孔径の異なるろ過膜で分画して、観測されたように分散剤を添加することで、凝集塊が分散状態になりましたので、凝集塊が消えて、効率よく不活化される様子というのが観測されたというデータとなっております。次をお願いいたします。

こちらは、先ほどまではコクサッキーウイルス B5 型を用いておりましたが、大腸菌ファージ MS2 を用いた結果となっております。ファージ MS2 の場合には、孔径を変更してもあまり濃度が変化していないということが見てわかるかと思えます。こちらのウイルスについては、凝集塊を形成しておらず、概ね単分散の状態で存在していると考えられることになります。こちらのウイルスについては、次のスライドになります。

同様に、塩素消毒の実験を行った結果が、こちらの 12 枚目の資料になります。横軸が CT 値で縦軸が log の不活化率を示しております。先ほどよりもかなり小さい CT 値で不活化している様子がわかるかと思えますが、このように分散剤の NaPP を添加しても、しなくても直線的に不活化している様子が観測されていることから、このファージ MS2 については、凝集塊を形成しておらず直線的に不活化される様子というのが示された結果となっております。次をお願いいたします。

以上をまとめますと、コクサッキーウイルス B5 型は CT 値の増加に伴う不活化曲線のテーリングが確認されますが、CT 値 40mg-CL₂・min/L で 8~9log 不活化されるということが示されました。孔径の異なるろ過膜を用いて分画を行い、さらに分散剤の有無を比較した結果、コクサッキーウイルス B5 型は実験原水中において凝集塊を形成しているということがわかりました。また、分散剤を添加することで、コクサッキーウイルス B5 の不活化曲線のテーリングは認められなくなり、その主要因として凝集塊の存在が強く示唆されました。大腸菌ファージ MS2 は、分画の結果、実験原水中において単分散の状態で存在していることが確認され、不活化曲線のテーリングというのも見られませんでした。

最後に、謝辞を示して終わります。どうもありがとうございました。

○秋葉座長 どうもありがとうございました。では、ご質問、コメント等がございましたらお願いいたします。吉田委員からどうぞ。

○吉田委員 三浦先生、どうもありがとうございました。いくつかコメントがありますが、なぜ今回コクサッキーウイルス B5 型を使われたのでしょうかというのが一つ目です。先生のお考えを伺いたいのですが、エンテロウイルスはいろんな種類があり、分離株を含むと、ウイルス表面のカプシドタンパクの状況によって、凝集しやすい、凝集しにくいとか、こうした現象が昔から知られていることです。そういう意味で、この濃度で不活化するというのを一般化しにくいと思うのですが、今後の見通しみたいなものを教えていただければと思います。2 点目ですが、今回大腸菌ファージの結果をお示ししていただいておりますが、これは PMMoV も単分散していると考えてよろしいでしょうか。以上 2 点についてよろしくをお願いします。

○三浦氏 ご質問ありがとうございます。まず 1 点目のエンテロウイルスは多様なウイルス種ですが、その中でもコクサッキーウイルス B5 型を選定した理由は、これまでに環境水の消毒の分野、水道や下水の消毒の分野においては、特にコクサッキーウイルス B5 型が、その中でも塩素消毒の耐性が高いということが論文で報告されており、CVB5 のこちらを選定いたしました。いくつも系統があるとは思いますが、ATCC から購入できますフォルクナー株が、特にその中でも消毒耐性が高いということで、選定しております。野生株の中ではこちらのフォルクナー株と同様かそれ以上に消毒耐性が高いものもあるとは思いますが、実験できる株としてこちらの方を使用したという状況でございます。

また、2 点目にいただいた質問ですが、PMMoV についてもこのような分散状態のウイルスかどうかというのは、PMMoV については、塩素消毒によって不活化する対象と捉えておりませんので同様の実験の方は行っておりません。しかしながら、この分散剤を添加して、差を見ることでどういった状態になっているかということ、また、孔径を変えろ過膜を用いて、その状態を推測することができると考えております。以上です。

○吉田委員 ありがとうございます。

○秋葉座長 他に何かございますでしょうか。

○島崎委員 確か白崎先生の以前のご研究であったようにも思いますが、一般に浄水場で行われている凝集処理は、このようなウイルスの凝集塊をより促進するような作用をきたすとみなして良いのでしょうか。

○三浦氏 凝集沈澱によって、ろ過よりも凝集沈澱の方でウイルスが効果的に除去されるということは、これまでの知見で得られています。

○島崎委員 そうなりますと、ろ過でも除去されなかったウイルスの大部分は、凝集処理により凝集塊を作った状態となっており、それに対して塩素消毒をかけたとしても、同様にテーリングが起こり得るかもしれないと思った次第です。ウイルスに対して、凝集処理後の塩素消毒による不活化能力を評価する際には、そのような凝集塊の形成状況を推測する必要があるように思われます。

○秋葉座長 その他いかがでしょうか。よろしいでしょうか。では、三浦主任研究官どうもありがとうございました。

引き続きまして、議題の 4 に入ります。生物障害に関する情報提供であります。京都大学の浅田准教授から資料 4 に基づいたご説明をお願いいたします。

○浅田氏 秋葉先生ご紹介ありがとうございます。京都大学の浅田と申します。私の方では、主に水道に関連する生物障害に関しまして今回情報を提供させていただきたいと思っております。よろしくお願いいたします。それでは次のページよろしくお願いいたします。

やはり近年気候変動の影響が顕著に現れてくる中、水道の中でもいろいろとその影響につ

きまして検証する必要があります。この中でも、特に生物に関わる点といたしましては、この蒸発散量増加、気温上昇、水温上昇、海水の熱膨張の中でも、特にこの水温の上昇というところが、非常にインパクトが高いものでございまして、その中で、生態系の変化もあり、湖沼等における冬季の鉛直循環の停止というところで、琵琶湖でも問題が現れてきております。

その中でも特に、水道水源の中で植物プラントや藻類が増殖するというケースが増えてきておりまして、これらが異臭味、浄水処理障害そして、消毒副生成物生成能の増大というところで、水道水や湖沼の水質悪化に大きな影響を与えていると、現在なっております。それらは日本国内のみならず、海外でもその影響が顕著に出てきておりまして、これらの対策が非常に求められているのが現状でございます。それでは、次のページをよろしくお願いいたします。

日本の国内におきまして、私が国立保健医療科学院に在籍しておりました時に、国内の水道事業におけます生物障害の動向といたしまして、水道研究発表会のタイトルにつきまして第一回から、近年の 2020 年代までこちらのキーワードの調査をいたしまして、どの項目がそれぞれの年代で重要視されているかというところをまとめたものがこちらの図となっております。

ろ過閉塞や膜の閉塞等といった形で、それぞれのろ過に関する閉塞につきまして調査がありますし、また、生物障害の中でも、近年ではピコプランクトンによる影響というところにつきましても、発表数が確認されているというところでございます。その中でやはりこのかび臭というものにつきましては、1950 年代の第 1 回から最近まで途切れることなく発表が確認されているということで、日本の水道事業におきまして、非常に重要な課題であるということが改めてわかった図となっております。次のページよろしくお願いいたします。

また、近年では WHO の飲料水水質ガイドラインの第 4 版の中で第 2 補遺というものが令和 4 年 3 月に公表されました。この中では特に、生物の藻類に関わる部分といたしましては、藻類が産出する毒性物質であります、シアノトキシンにつきまして変更がございました。その中でも Microcystin-LR というものが、今までのガイドライン値でございましたが、それが LR 以外を含む Total Microcystins、その他にもシアノトキシンといたしまして anatoxin-a、Cylindrospermopsins、Saxitoxins というものがガイドライン値として追加されました。次のページよろしくお願いいたします。

こちらがガイドライン値の暫定値、主には暫定値になっておりまして、長期暴露と短期暴露それぞれを想定したガイドライン値が設定されております。こちらはまだガイドライン値でございますが、世界的にもこういったシアノトキシンに対する健康影響というところが着目されておりまして、これらの情報につきまして、日本におかれましても情報収集して行く必要があると考えられます。次のページよろしくお願いいたします。

それらを踏まえまして、今回の生物障害の話題提供といたしましては、まずかび臭に関する情報提供をさせていただきまして、その後にシアノトキシンの調査につきまして、昨年度もご紹介させていただきましたが、引き続き行いました調査結果につきましてご紹介させていただきます。それでは次をよろしくお願いいたします。

まず、かび臭に関する情報提供でございますが、長年の長期に渡るトレンドの傾向の変動につきまして確認を行いました。こちらは水道統計を用いまして、水道原水の最高値におけるかび臭原因物質の検出状況をそれぞれジェオスミンと 2-MIB で分けた図となっております。こちら水道の原水になりますが、上のジェオスミンを確認していただきますと、やはり近年こちらの平成 30 年度は少し下がっておりますが、平成 29 年度から令和にかけまして、少しずつ全体的な検出地点数の増加が確認されているという傾向がと見られました。2-MIB は大きな傾向が確認できませんでしたが、近年でもそれなりの検出が確認されているという状況でございます。次のページよろしくお願いいたします。

こちらは給水栓の最高値におけるかび臭物質の検出状況でして、こちら水道統計で平成

19年度から令和4年度までの統計結果につきましてまとめさせていただいたものであります。こちらは主にはそれぞれ年ごとの検出数の大きな変動というものは、特にはございませんが、かび臭の臭いを感知するレベルであります5ng/L以上のものにつきましては、いくつかの地点で確認されているという結果が今回平成19年から令和4年まで全てにおきまして確認できたというところが、この結果として示させていただいております。次のページよりお願いいたします。

続きまして、水源種類別の水道原水におけるかび臭原因物質の検出状況につきまして、こちらは令和4年度のみでございますが、示させていただいております。それぞれジェオスミン、2-MIBとありまして、全体としては、調査地点数8,219に対しまして、1ng/Lを超えたものにつきましては8.3%というところでございます。一方で、このダムの湖沼におかれましては、調査地点数は全体に比べまして325と少ないのですが、1ng/L超えの検出点数につきましては56.0%というところで、ダムの湖沼関係が水源のところでは、こういったかび臭が高い割合で検出するということが確認されました。また地点数が少ない割合に対しまして、50を超えている地点数も15点確認されているというところで割合としては非常に高い結果になっております。2-MIBにおかれましても同様でして、全体におかれましては5.2%というところでございますが、ダム湖沼におかれましては35.1%というところで割合が高くなりまして、50ng/Lを超えるような地点も多く存在するというところが確認できました。以上が水道統計から分かった内容につきまして、ご説明させていただきました。では次のスライドに移っていただけますでしょうか。

ここからは少し、この藻類が問題となる時期につきまして、浮遊性と付着性につきましてご説明させていただきます。浮遊性の藻類が問題となる時期におかれましては、こちら日本の様々な水道自給体で起きている発生原因藻類とその時の平均気温、平均降水量、平均日照時間をとまとめまして、こちらが表となっております。現在の名前では

Dolichospermum、旧名といたしまして*Anabaena*属におかれましては、少し水温が高めのところが平均気温として確認されている一方で、*Phormidium*属と言われているこちら浮遊製の*Phormidium tenue*と呼ばれているものでございますが、現在では

*Pseudanabaena*と言われているものでございます。こちらにつきましては18.0℃というところが確認されていまして、少し*Anabaena*よりは低いと確認されております。こちらのそれぞれの生育条件につきまして、文献情報から確認をしますが、*Pseudanabaena*というものにつきましては、20℃から25℃が至適温度であるということは確認されておりますが、低い温度でもどうやら増殖ができるというところが確認されております。近年冬季にかび臭が発生しているのがこちらの種でございまして、こちらは低い温度でも今後、問題になる可能性がある種と考えられます。次のページよりお願いいたします。

また、付着性の藻類につきましても近年綺麗な河川のところで何地点か問題がございまして、*Phormidium autumnale*と呼ばれているもので、現在*Microcoleus autumnalis*と言われているものとなっております。こちら夏期が中心なのですが、時々この冬期に濃度上昇が確認されるということもございまして、冬期での濃度上昇に対して、どのように対応していくかというところにつきまして、今後検討していく必要もあるのではないかとこのところの情報となります。これらを踏まえまして、浮遊性の藻類ですが、培養試験を行いまして、本当に冬期の温度で増える傾向があるか調査を行いました。その結果につきまして、次のページからご紹介させていただきます。

まずは、かび臭産生藍藻類の冬期で問題となる種である*Pseudanabaena subfoetida*と*limnetica*につきまして、生育特性の確認をいたしました。こちらの2つの種につきましては種で傾向が異なりますが、やはりこの10℃という低い温度におかれましても、ゆっくりとではございますが、生育できているということが確認できます。次のページよりお願いいたします。

こちらにつきましては、2-MIBの産生特性の方も確認できまして、生育をしているからといって2-MIBを産生しているかどうかというところにつきまして、まだ不明点がござい

したので、調査を行いましたところ、やはり低い濃度ではございます。全体としては低い濃度でございますが、この 10℃でもゆっくりとではございますが、2-MIB を産生しているということが確認できまして、この低い温度 10℃レベルでもかび臭を出す可能性があるということで、冬季にかび臭が確認されている可能性があるということが実際の生育特性の調査におきまして、明らかとなった点となります。以上がかび臭に関する情報提供とさせていただきます。それでは、次のページよりよろしくお願いいたします。

続きまして、シアノトキシンの調査につきましてご説明させていただきます。次のページよりよろしくお願いいたします。

こちらは国立保健医療科学院と国立環境研究所で協力をいたしまして、シアノトキシンの一斉分析を行ってまいりました。昨年度もご紹介させていただきましたが、こちら左にあります手法を持ちまして、Microcystin-LR, RR, YR, Cylindrospermopsin、7-Deoxy-Cylindrospermopsin、Anatoxin の合計 6 種につきまして一斉分析ができる環境下を国立保健医療科学院で作りました。次のページをよりよろしくお願いいたします。

浄水場原水の 2023 年 9 月に採水しました、21 試料につきまして、一斉分析を実際に行いました結果、2023 年 9 月につきましては、Microcystin-LR が 1.8μg/L、Microcystin-RR が 1.2μg/L、Microcystin-YR は 0.24μg/L とかなり高濃度のレベルが確認されました。浄水につきましても調査を行っており、浄水につきましてはシアノトキシンのつくまひは全く検出しなかったという結果でございますので、浄水処理としては特に問題がないという結果となりました。この 1 つの地点ですが、2022 年で検出した地点とはまた別の地点というところで、やはりいくつかの地点で、Microcystin が産生されているという状況が確認できたという結果となっております。2 回の調査で、水道水源では Microcystin は確認されましたが、まだ Anatoxin や Cylindrospermopsin につきましては確認ができていないという状況となっております。今後は遺伝子解析も含めシアノトキシン産生種の情報を蓄積して行く予定を考えております。以上が私から報告となります。ご清聴ありがとうございます。

○秋葉座長 浅田先生どうもありがとうございました。では、ただ今の発表に関しましてご質問、コメント等ございましたら、よりよろしくお願いいたします。

今年は生物処理全体も取り上げております。水道統計等、解析しますと、最近 2-MIB に比較して、ジェオスミンの検出が顕著になっています。要するにジェオスミンを産生するものと、*Dolichospermum*、*Anabaena* ですね。それが非常に高温に対しても適性があるということでありまして、旧 *Anabaena* に関しましてはシアノトキシンもですが、産生するものとして 2 種類のシアノトキシンを産出するということが言われております。それで全体を整理すると今回、お示したわけでありまして、何かございましょうか。

○佐野委員 よろしいでしょうか。佐野でございます。

○秋葉座長 佐野委員、よりよろしくお願いいたします。

○佐野委員 浅田先生、ありがとうございました。1 点、実験のところでは生育の曲線と、かび臭物質の検出をされていますけれども、セルあたりのかび臭物質を考えるとどういう特徴があるか少し教えていただきたいと思います。セル辺りのかび臭物質の状況というのは、生育に沿って変わってくるということでよろしいでしょうか。

○浅田氏 ありがとうございます。セルごとということですので、おそらく今回細胞数という形では計算してはならず、今回長さを見て、1 細胞の長さというものがそれぞれで少しずつ変わるところもありまして、細胞数として平均化することができませんでしたので、今回、トータル長さという形で見ております。

Pseudanabaena subfoetida と *Pseudanabaena limnetica* ですと確かに少し

Pseudanabaena limnetica の方が、細胞が長いという影響がありますが、細胞の太さとしては小さいということもあります。その辺で、今回長さでやっていますので、もしかす

ると細胞数としては、同じところの地点である場合は、*Pseudanabaena subfoetida*の方が少し多いかなと想像できます。次のスライドと合わせる形なので、非常に大変なのですが、最大の産生量、20℃が少し途切れてしまったんですけども、これはもう早い段階でかなりオーバーな濃度が確認できましたので、もう1つスライドを戻っていただきますと最大の増殖量、長さとしての増殖量といたしましては、やはり時間は長くなるのですが、最大まではほぼ一緒に伸びてますので、その一細胞あたりの産生量としましては、やはり温度が低い方が少し少ないのではないかという結果にはなっています。

○佐野委員 わかりました。ありがとうございます。

○秋葉座長 その他何かございますでしょうか。浅田先生、どうもありがとうございます。本年度、かび臭原因物質の超過した事例がございます。今回、京都市の上下水道局の事例をご報告していただこうと思ひまして、お声がけしてございます。では、資料5に基づきまして、京都市上下水道局技術監理室の藤原様、よろしくお願いいたします。

○藤原委員 ご紹介ありがとうございます。それでは、京都市上下水道局における令和6年度のかび臭発生状況とその対応についてと題しまして、発表させていただきます。次のスライドお願いいたします。

はじめに、京都市の水道についてご説明いたします。京都市には市街地域と山間地域がございます。それぞれに浄水処理施設がございます。市街地域の水源は琵琶湖南湖であり、山間地域は井戸水や河川水を水源としております。次のスライドお願いします。

かび臭が発生するのは、主に琵琶湖南湖になります。琵琶湖には数多くの植物プランクトンが生息していることが知られており、こちらに示している藻類が原因でかび臭や生ぐさ臭が毎年発生しております。次のスライドお願いします。

次に、浄水場でのかび臭対策についてご説明いたします。こちらに示すように、かび臭を産生する藻類の藻体内にかび臭を保持している場合、凝集沈澱で除去いたします。その一方、すでに藻体内からかび臭を水中に放出している状態については、高機能粉末活性炭で吸着させた後、凝集沈澱で除去いたします。今後は、藻体内にかび臭を保持している状態を藻体内かび臭と呼称させていただきます。藻体内から水中に放出している状態を溶解性かび臭と呼称させていただきます。それでは、次のスライドお願いします。

次に、京都市におけるかび臭対応の方針についてご説明いたします。京都市ではかび臭対応をマニュアル化しており、それに基づいて浄水処理や水質監視を行っております。かび臭物質に京都市独自の管理目標値5ng/Lを設定しており、水質管理を行っております。このマニュアルは毎年見直しを行っていて見直しを繰り返すことで、より強固な水質管理体制の構築を目指しております。次のスライドお願いします。

次にかび臭監視方法についてご説明いたします。京都市では水質管理センター職員が休日も含めて毎日原水で採水を行い、必要な水質項目について水質試験を行っております。特に、かび臭原因物質と生ぐさ臭指標物質については、毎日GCMSで測定を行っております。異臭が発生している時は沈澱池など採水地点を増やすことで水質監視体制を強化しております。次のスライドお願いいたします。

ここからは事例紹介をさせていただきます。令和6年8月に原水で、ジェオスミン濃度が過去最大値を記録いたしました。その結果、給水中のジェオスミン濃度が水道水質基準値を超過する事態になりました。今から今回の事例で得られた知見について、報告させていただきます。次のスライドお願いいたします。

まずは原因生物についてです。今回のかび臭については、かび臭原因生物として知られている *Dolichospermum minisporum* が主な原因生物でした。旧名は *Anabaena minispora* です。原水で観察された *Dolichospermum* 属の多くは本種になりますが、*Dolichospermum crassum* など、その他のかび臭産生種についても確認されました。本種は令和2年夏に琵琶湖南湖で初めて観察されて、同年9月に原水でジェオスミン濃度が530ng/Lに上昇した事例がありました。次のスライドお願いいたします。

原水のジェオスミン濃度の推移を示します。8月1日時点の原水ジェオスミン濃度は17ng/Lでしたが、その後、急激に上昇しました。8月7日に100ng/L、8月9日に200ng/Lに上昇しました。原水ジェオスミン濃度および原水溶解性ジェオスミン濃度が上昇したため、粉末活性炭の注入率を増加させました。8月9日に最大注入率で粉末活性炭の注入を開始しましたが、原水ジェオスミン濃度の上昇は収まらず、8月11日に500ng/L、8月15日に1,000ng/L、8月17日に最大値1,400ng/Lに達しました。原水溶解性ジェオスミン濃度についても上昇を続け、最大480ng/Lまで上昇いたしました。次のスライドお願いいたします。

浄水処理状況についてご説明いたします。*Dolichospermum minisporum*については、凝集沈澱によって極めて高い除去性であったことを確認いたしました。その一方で、溶解性ジェオスミンについては、原水溶解性ジェオスミン濃度が高濃度だったため、粉末活性炭で吸着しきれなかったことを確認しました。従いまして今回、ジェオスミンが水質基準を超過した原因は高濃度ジェオスミンに対して、現有の粉末活性炭の注入設備の注入能力が不足していたことによることが分かりました。今後は、設備更新に合わせて注入能力を增強させる予定です。次のスライドお願いいたします。

次にかび臭発生期間中に行った水質検査についてご説明いたします。原水ジェオスミン濃度が上昇したことで、給水のジェオスミン濃度も上昇しました。官能試験を行った結果、ジェオスミンの臭いを感知する検査員と感知しない検査員がいたことから、臭いの感じ方に個人差があることが改めて分かりました。水質基準を超過したことを受けて、水質基準を安定して満たすまで毎日給水栓水の採水を行い、告示法検査を行いました。次のスライドお願いします。

次に広報発表についてご説明いたします。原水ジェオスミン濃度が上昇したことで当局が設定している管理目標値を超過しました。そのため、関係者が広報の方法や広報発表後の対応について協議いたしました。その後、水質基準を超過したことを受けて広報発表を行いました。広報発表後、報道機関やお客様から問い合わせが増えましたが、当初の想定より少ない結果でした。その後、水質基準以下の水道水を安定して供給できていると判断ができたため、9月25日に終報を発表いたしました。次のスライドお願いします。

最後にその他の知見についてご説明いたします。1つ目は給水のジェオスミン濃度が高くなると問い合わせ件数が増えました。相関関係についても認められました。その一方TONと問い合わせ件数の相関については認められませんでした。2つ目はお問い合わせをいただいた時の説明についてです。お客様からお問い合わせをいただいた際に、水質管理センター職員がお客様に説明をしたところ、お客様から水質の専門家による説明なので安心したという趣旨の声をいただきました。専門家による説明の重要性を改めて認識した次第です。最後になりますが、このグラフに示す通り、京都市では近年粉末活性炭の使用量が増加傾向です。そのため、今後も水質監視と対策をしっかりと行なっていきたいと考えております。次のスライドお願いします。以上で発表を終わります。ご清聴ありがとうございました。

○秋葉座長 どうもありがとうございました。それでは、ご質問、コメント等はございませんでしょうか。

私の方から、2、3年前でしょうか、水道課の方でも水安全計画危害原因事象としてかび臭を調査したところ、かび臭が発生した事業体ですと70%ぐらいで、水安全計画にマニュアルが盛り込まれていました。その報告書で興味深かったのは、簡易水道でもかび臭が検出されるようなところでは70%ぐらいのところでは水安全計画を作成しておりました。全体として上水道事業と比較すると簡易水道事業の水安全計画の策定率はかなり低いのですが。京都市さんの方では、この水安全計画につきまして、令和2年から作られたということですのでよろしいのでしょうか。今回の水質事故におきまして、活用して例えば、今回の事故事例で、この点はバージョンアップしなければいけないというところはありましたでしょうか。

か。

○藤原委員 ご質問ありがとうございます。マニュアルは毎年見直しを行っておりまして、これから見直しに向けて議論を進めていくところでもあります。今回の教訓も当然見直しの対象にもなるかと思えます。

○秋葉座長 令和 2 年に初めて作成したということによろしいですか。

○藤原委員 令和 2 年 3 月に第 1 版を策定して運用を開始したということです。

○秋葉座長 わかりました。ありがとうございます。その他、何かご質問等ございますでしょうか。

○羽布津委員 横浜市水道局の羽布津ですけれども、よろしくお願いします。大変参考になります事例紹介ありがとうございます。2 点ほど伺います。1 つは 9 ページ目のスライドで水源の状況ですかね、私たちの水源である相模湖でも *Anabaena* によるかび臭が発生するのですが、だいたい水が入れ替わらないと 3~4 週間ぐらいで弱っていくというようなトレンドを示します。このトレンドを拝見いたしますと、ピークが 8 月の中旬と 9 月の上旬と 2 つあるように見受けられるのですが、これは何かその湖の環境が変わるような事象が何か起こったのでしょうかといったところが 1 点目です。

2 点目ですけれども、13 ページの事例紹介ところで、市民の皆様からの問い合わせがジェオスミンと濃度が高くなってくると、相関が認められた一方、TON と問い合わせ件数に相関が認められなかったといったところについて、ユーザーの方は匂いについて苦情を、申し立てるというよりも、例えば水道局さんの方で広報されているジェオスミンの濃度とか、公表されているものを見て問い合わせをしていると、そういう理解でよろしいのでしょうか。以上 2 点です。よろしくお願いいたします。

○藤原委員 ご質問ありがとうございます。まず 9 ページ目の方からご説明いたします。今回、2 つのピークがございました。琵琶湖南湖では瀬田川の放流量によって、藻類の発生状況が変わるということがよくございます。今回の事例で言うと、8 月の中旬から下旬にかけて台風 10 号に伴う降雨がございました。それまでは放流量が最低水準で放流されており、藻類は増殖しやすい環境となっておりました。台風によって降雨があったことで、9 月 1 日から、放流量が増加されまして、これを境に一気にかび臭が減少しました。この回答でよろしかったでしょうか。

○羽布津委員 ありがとうございます。

○藤原委員 2 点目は、問い合わせされた内容として、報道内容は知っているが、いつまでこの臭いは続くのですか、という問い合わせが一番多かったと記憶しております。藻類の発生状況等によって、かび臭濃度も変わるという実態がございますので、いつまでにおいが続くかはわからないといった回答をさせていただきました。給水 TON と問い合わせ件数については、11 ページ目のスライドに載せさせていただいてまして、水質管理センターの職員でも、においを感知する人やしない人がいたという事実がございますので、相関が認められなかった一つの要因かなと考えているところですが、解析はしておりません。

○羽布津委員 ありがとうございます。大変参考になりました。

○秋葉座長 ジェオスミンの濃度とその問い合わせは全く検討してなかったということによろしいですか。ジェオスミンの実際の濃度と問合せ件数とかですね。というのも、平成 24 年に津軽広域水道企業団で大規模なかび臭被害が発生しまして、報告書を見ますと TON と問い合わせ件数に非常に相関があり、2-MIB と問い合わせ件数も綺麗に相関がありました。実際のジェオスミンの濃度と TON、実際の濃度と問い合わせ件数とか、その辺については検討されましたか。

○藤原委員 スライドには載せていませんが、毎日給水栓水のジェオスミン濃度についてデータを取っていました。また、上下水道局への問い合わせ件数と問い合わせされた日付

についても把握しておりまして、それと相関が認められたといった意味でございます。

○秋葉座長　そういうことですね。わかりました。

○島崎委員　国立保健医療科学院の島崎です。大変貴重な情報を共有いただきまして、ありがとうございます。私も2つ伺いたいのですが、1つ目は、このグラフに出ているように、非常に粉末活性炭のコストが上がっているようです。注入量もさることながら、令和2年から令和5年にかけて単価も増えているように見受けられます。さらに、粉末活性炭の使用量に応じて汚泥の処理量も増え、また凝集剤のコストもかかるでしょうから、汚泥処理にかかる費用も相当増えているのではないかと思いますのですが、いかがでしょうか。活性炭の経費と比べれば、汚泥処理にかかる費用はそれほど多くないでしょうか。

○藤原委員　浄水汚泥の話でしょうか。

○島崎委員　そうです。汚泥処理のコストの増加についてです。

○藤原委員　汚泥処理は確かに活性炭の使用量が増加しましたので、気にはしていましたが、特段問題なく処理できました。

○島崎委員　ありがとうございます。もう1つは、現行の活性炭の注入率は最大30ppmということなのですが、将来的にどの程度まで能力を増強する見込みか、もし現時点でお分かりでしたら。

○藤原委員　ドライ炭にまず切り替えまして、ドライ炭を最大20mg/L入れられるようになります。

○島崎委員　ありがとうございます。

○秋葉座長　このほか何かございますでしょうか。それでは藤原さん、非常に丁寧なご説明ありがとうございました。

○秋葉座長　それでは、議題の方が終了しました。最後に議題の6のその他についてですが、事務局から何かありますでしょうか。

○渡辺室長補佐　事務局から特にございません。

○秋葉座長　委員の皆様方、何かございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、本日の議題は全て終了しましたので事務局にお返しいたします。よろしくお願いいたします。

○野澤室長補佐　事務局の野澤でございます。本日は活発なご議論いただきまして、どうもありがとうございました。本日の議事録につきましては、事務局で案を作成いたしまして、皆様にご確認いただいた後、ホームページで公表いたしますので、よろしくお願いいたします。

これをもちまして閉会といたします。本日は長時間にわたり誠にありがとうございました。