

一般的には、原水濁度をフィードフォワードし、それから処理水濁度をフィードバックしますが、実際は原水水質の、特に濁度、pH、アルカリ度、電気伝導度などにより大きな変化があります。一般的に、凝集剤の量は水量が倍になれば倍になります。しかし私どもの場合、原水濁度は、3 NTUくらいから上は500NTUくらいまで上がります。pHも、実際大雨のときは7.0くらいで、高い時は9.5程度まで変化します。pHやアルカリ度の変動は大変大きいのですが、凝集剤の量は倍程度しか変化しません。水量が10倍になれば当然注入量は10倍になると思います。私どもの制御にしましても、当初は演算数字、つまり、ある程度の濁度までは段階的に注入率を上げていき、それを越えればマニュアルで修正をかけます。つまり、掛け率を2分の1、3分の1というような数値換算で制御していました。皆様方が言われていましたように、凝集剤の注入量は原水水質によって変わるとは思います。私どもは、濁度よりpHやアルカリ度等による影響が大きいのではないかと、経験上申し上げたいと思います。

座長（小田弘登） どうもありがとうございました。大分市さんも非常に苦慮されているということで、濁度よりもpHやアルカリ度がかなり影響するのではないかとという報告でした。それでは、これで上海市の周雅珍さんのご報告を終わらせていただきたいと思います。どうもありがとうございました。

以上をもちまして、午前の部を終了させていただきます。午後の部の前に、福岡市水道局が制作しましたビデオを上映しますので、ご鑑賞いただきますようご案内申し上げます。

----- 昼 食 -----

事例発表

北九州市水道局浄水部水質試験所 主査 田 邊 明

座長（小田弘登） それでは、ただ今から午後の部に入らせていただきます。北九州市の発表をお願いいたします。北九州市の田邊明さん、よろしくをお願いいたします。

田邊 明（北九州市） 皆さん、初めまして。私は北九州市水道局水質試験所に勤務しております田邊と申します。どうぞよろしくお願いいたします。

北九州市は、この福岡市から東に約60kmのところであり、観光名所として、スペースワールドや門司区レトロ地区がございます。時間がおありの方はぜひお立ち寄りください。

では、今から北九州市の水道の概要についてお話ししていきたいと思えます。どうぞよろしくお願いいたします。では、OHPを使って説明させていただきます。

これは、北九州市の水道普及率の推移です。北九州市での水道事業は、旧門司市において1911年に給水を開始して以来、約90年になります。北九州市は旧八幡、小倉、戸畑、門司、若松の五市が合併してできましたが、合併して5年後の約30年前に水道普及率が75%強だったのが、最近では99%を超え、ほぼ全市に行き渡るようになりました。



これは、北九州市の水道施設の位置を示しています。北九州の水道施設は、青で示しております西部地域と、赤の東部地域に大きく分けられ、水源や配水地区が異なるだけでなく、水質などにも違いが見られます。水道水源は、西部では遠賀川を主体に、力丸貯水池、頓田貯水池、畑貯水池があります。東部地域では、1998年に水源の多様化や東西水需給のバランスを図ることを目的に、北九州市から約50km離れた山国川から1日約59,000m³の導水を開始しました。その他に油木貯水池、ます淵貯水池、紫川伏流水、道原貯水池があります。

浄水場は、主に遠賀川の水と力丸貯水池の水を浄水している穴生浄水場、遠賀川の下流域からの取水と頓田貯水池の水を浄水している本城浄水場、それに畑貯水池の水を浄水している、規模の小さい畑浄水場があります。東部は、この山国川の水と油木、ます淵貯水池の水を浄水している井手浦浄水場、道原貯水池の水を緩速ろ過で浄水している道原浄水場、それに紫川の伏流水を塩素処理している葛牧浄水場があります。浄水場は大体市内に分散しており、また水源が多様であることも特徴の1つで、これは水質事故や水質の異常時には水源の切り替えなどで対応できるという長所を持っていると思います。

この表は水道施設の概要ですが、北九州市の水道水源は全体の約6割以上が遠賀川水系からの取水となっています。各浄水場の処理水量や処理方法は表のように様々です。浄水場は、急速ろ過を中心に、緩速ろ過を行っている道原浄水場、伏流水の塩素処理だけを行っている葛牧浄水場などで、現在北九州市の人口は約100万人ですが、人口100万に対し、浄水供給能力は市内全体で769,000m³/日となっています。

この写真は、貯水量1,200万m³のます淵貯水池ですが、東部の山国川、ます淵貯水池、また油木貯水池も合わせて、周辺流域には人口が少なく、水質は良好で、浄水処理での問題はほとんどありません。

この写真は遠賀川の河口ぜきです。西部地域の主な取水源である遠賀川は、市内の約60%の水をまかなっています。流域には約70万人もの人が住み、流域の人口密度は1km²あたり約700人と、全国平均の約2倍になっています。その生活排水の流入のため汚濁が進んでおり、特に本市の取水地点は、この河口ぜきの影響で滞水しやすく、藻類が繁殖してpHが上昇したり、トリハロメタンの原因となる有機物も増加して、浄水処理上、好ましくない状況になることがあります。

この写真はその遠賀川の水を揚水している頓田貯水池です。頓田貯水池は第一貯水池と第二貯水池に分かれており、その向こうは響灘となっています。遠賀川の河口近くにある貯水池で、貯水量は約900万m³です。この貯水池も遠賀川下流域から揚水しているため、貯水池内で富栄養化が進み、アオコやカビ臭などの異臭味が発生することがしばしばあります。

この表は、水道水源のTOCや窒素、リンの比較をしています。表から見てもおわかりのように、遠賀川はその他の貯水池や山国川に比べて大変汚濁が進んでいます。これは遠賀川の水を揚水している頓田貯水池のグラフですが、TOCは若干減少し、貯水池の中で沈殿や藻類が繁殖することからリンや窒素も減少していますが、やはり汚濁は他に比べて高くなっています。

私たちは、この遠賀川の水質調査を月に4回、その他の貯水池調査は深度別の調査なども併せて月1回、全ての貯水池について行っています。

これは、先程お話ししました井手浦浄水場の写真ですが、水質の良好な山国川、油木貯水池、ます淵貯水池の水を処理しているため、処理がしやすく、ほとんど問題が起こることはありません。周り

の風景も、日本の田舎という雰囲気が残っている地域となっています。

これは道原浄水場の写真です。道原浄水場は、水質のよい道原貯水池の水を、薬品を使わずに生物を用いた緩速ろ過で処理しています。緩速ろ過には良好な水源水質が必要で、かつ広い敷地を必要とします。おいしい水ができるという特徴を持っていますが、処理水量は他の浄水場に比べて非常に少なくなっています。この浄水場では現在1日約4,000m³の水がつくられています。

これは本城浄水場です。先程、地図で紹介しましたが、この本城浄水場や穴生浄水場は主に遠賀川や頓田貯水池から取水しており、特に夏場には藻類の繁殖によって水中の二酸化炭素が消費され、pHが高くなったり、有機物量も増加して難しい処理を強いられています。両浄水場では、高くなったpHに対しては二酸化炭素を注入してpHを下げたり、凝集剤をポリ塩化アルミニウムから硫酸アルミニウムへ切り替えるなどして対処しています。

これは粉末活性炭の注入施設です。穴生浄水場や本城浄水場では、異臭味の発生や有機物、トリハロメタンの増加に対し、粉末活性炭の注入で対応しています。水質試験は、各浄水場の原水、沈殿水、ろ水、浄水について、pH、濁度、色度、TOC、トリハロメタンなどを月1回試験しています。また、pH、濁度、色度、アルカリ度などは、各浄水場でも自動計測しています。水質の悪い遠賀川の水を水源としている穴生、本城浄水場では、さらに週1回の試験を行い維持管理に努めています。これらの水質試験結果をもとに、浄水中の有機物量、異臭味、トリハロメタンの低減化を目的として、粉末活性炭の注入量や水源の切り替えなどを行っています。

これは私が勤務している水質試験所の写真です。水質試験はこの試験所1か所で行うことから、試験所は各浄水場の担当者と連携をとりながら水づくりに努めています。

この写真は所員が水質試験を行っているところです。試験項目は約150項目を超えます。

次に、給水栓の水質調査についてお話しします。給水栓については、市職員40名に委託して、水道水の残留塩素、濁り、色などをチェックしています。また、試験所では、ガソリンスタンドを中心に、水の使用量の多い市内約20か所を選定して、月2回、重金属やトリハロメタン、それに大腸菌群などの詳しい試験を行っています。その他、試験所では市民からの水道水に関する様々な苦情に対しても対応し、年間約80件の試験を行っています。

次に、水源の水質保全対策について説明します。水源水質を保全・改善するため、流域や水源では次のことが行われています。

河川の浄化対策については、遠賀川の河川管理者である建設省が、遠賀川の支川の中で市街地の汚濁した河川で、生物の自然浄化能を利用した「礫間浄化法」などによって浄化しています。この図は、「礫間浄化法」の模式図です。汚濁した水を礫の間に通し、礫に付着した生物が汚濁水を浄化して、その水をまた遠賀川に返すというシステムです。

また建設省は、遠賀川の水質保全のための啓発活動や水質事故に伴う油などの流出防止対策などを行うために協議会を組織しており、北九州市もそれに協力しています。遠賀川水系の水道事業者は独自の組織をつくり、水質事故に対する水道事業者間の緊急連絡や産業廃棄物処分場から有害物質などが遠賀川へ流れ込まないようにするための情報の交換など、河川浄化のための連携をとっています。

先程、福岡市さんのビデオにもありましたが、遠賀川でも水源保全のために水源域で森林を保全することが重要だという認識のもと、北九州市や先程述べました水道事業者の組織などでは、森林保全活動しているNGOなどに積極的に参加し、植林や下草刈り、河川敷清掃などを行っています。こ

の写真は遠賀川上流部での植林の様子です。

次に、貯水池や水源の浄化のための施設を紹介します。頓田貯水池には、図のような空気揚水筒を設置し、貯水池底層部に空気を送り込むことによって水の循環を促し、夏場を中心とした底層部の無酸素状態によるマンガン、アンモニア性窒素、それにリンなどの溶出を防止し、藻類の繁殖防止も併せて行っています。また、頓田貯水池は栄養塩類の豊富な遠賀川から揚水しているため、ラン藻などの繁殖により、写真のようなアオコ、異臭味やカビ臭などが発生することがあります。そこで、このような状態になった時には、硫酸銅を散布して殺藻処理を行い水質の浄化を図っています。

また水道水は、市民の生命、健康に直結したものであるため、水質事故などによる危険度別の対応マニュアルも作成し、事故の早期解決と被害の未然防止に努めています。

最後に、北九州市で今後取り組んでいく必要のある課題について述べてみます。

1 番目に、水道水の水質管理をより確かなものにしていくための人材育成と分析及びデータの解析・評価などの技術を継承していくこと。

2 番目に、現在、本城浄水場では、生物活性炭によって原水の水質を改善する高度処理施設を建設中ですが、その供用後の運用基準を確立していくこと。

3 番目に、今後の試験所は、クリプトスポリジウムのような病原性微生物や内分泌攪乱化学物質についての対応にも気を配る必要があること。

4 番目に、市民の水道水に対するニーズは多様化しているので、よりおいしい水を供給するための調査・研究を推進することです。

これで、北九州市の水道事業と水質管理についての発表を終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。(拍手)

意見交換

座長（小田弘登） 北九州市の田邊さん、どうもありがとうございました。北九州市からは、水道事業全般にわたってご説明いただくとともに水質管理方法や水源の水質保全対策について発表していただきました。取水した水の水質に応じたきめ細かな処理や、他の機関や市民との連携による水質保全対策は、他の都市にも大変参考になるものと思います。

では、ただいまの発表につきまして、何かご質問等ございませんでしょうか。

辛星教（釜山広域市） 北九州市では、一般市民がここに準備されているようなペットボトルの水を飲む率と、水道水を利用する率、そして地下水を個人的に開発して利用する率を比較すると、その比率はどうなっているのでしょうか。紹介して下さい。

座長（小田弘登） 一般市民のペットボトルや水道水の飲料状況についてです。北九州市さん、よろしく願います。

田邊 明（北九州市） まず地下水についてですが、北九州市では地下水の使用はあまりありません。また、そのまま飲む時にはペットボトル等で飲む方が多く、飲料水として直接水道水を飲む率と

いうのは低いのではないかと思います。やはり一度沸かして飲んだり、お茶として水道水を飲むことが多いと思います。その割合は残念ながら把握しておりません。

座長（小田弘登） ありがとうございます。地下水は特になく、ペットボトルの水をそのまま飲まれる方もおられるが、水道水は沸かして飲むことが多いようです。釜山市の申さん、よろしいでしょうか。

辛星教（釜山広域市） 付け加えて少しだけ申し上げれば、釜山市の場合には、原水がかなり汚染されているため、釜山市なりに粒状活性炭処理施設、オゾン処理施設を導入して高度処理施設で水道水を供給しています。また、釜山市では毎年市民アンケート調査を行い、実際水道水を沸かして飲むのも含めて、水道水を使用する比率を継続して調査しています。調査結果を見ると、多くの費用をかけて高度浄水処理して供給しているにも関わらず、根本的に原水の水質が悪化しているので、水道水を飲む率は沸かして飲む率を含めて40%程度であり、残りは個人的に地下水を飲むとか、あるいはペットボトルの水を利用するなどの方法をとっています。それで釜山市の経験を例にとれば、浄水処理の努力も重要ですが、どのようにすれば綺麗な上水原水を確保出来るのか、また社会が発達する以前の、農村の都市化以前の、実質的に安定した上水源をどのようにすれば確保できるのかが都市の安全な水道水供給においては何よりも重要なことではないかということ釜山市の事例により少し申し上げました。

座長（小田弘登） ありがとうございます。釜山市では、原水が非常に汚染されているので、高度浄水処理して供給されているということですが、水道水を飲用水として利用する人の率というのは40%程度とのこと。原水の汚染をいかに防ぐかというのが重要な問題だという状況のようでございます。ありがとうございます。他に何かございませんでしょうか。

姜雄城（大連市） 私は大連市水道会社の者です。ただ今、北九州市水道局の田邊さんが水道事業と水質についての報告をされ、大変興味深く聞かせていただきました。というのも、私ども大連市の水供給も、70~80%がダムの水によるものであり、北九州市も基本的に貯水池の水を使われているということだったからです。さて、報告の中で藻類やアンモニア性窒素の問題について言及されましたが、空気揚水筒のシステムについて、どのように設計、取り付けをされたのかについて簡単にご紹介いただけないでしょうか。優れた経験に学びたいと思いますので、よろしく申し上げます。

座長（小田弘登） ありがとうございます。大連市さんから、空気揚水筒がどのように設計されているかという質問です。それでは北九州市の田邊さん、よろしく申し上げます。

田邊 明（北九州市） 機械的な設計についてはあまり詳しくないのですが、頓田貯水池をはじめ、全ての貯水池は気温が高くなる夏場には、成層といって底層部と上層部で、水が混ざらなくなってしまいます。それで、底層部では、底の泥や水中の有機物が分解され酸素が消費されます。そこで、泥の中に含まれているリンなどが溶出して栄養源になっているのではないかと考えられているので、そ

の貯水池の水をかき混ぜて藻類の繁殖を防止してやろうという計画です。大体1週間で一循環するような計画になっております。

座長（小田弘登） どうもありがとうございました。この空気揚水筒については、福岡市も7つのダムのうち、現在5つのダムに設置しています。設置経歴はまだ浅いのですが、非常に効果をあげているという状況です。他にありませんか。

ウォン・キー・ウェイ（シンガポール） 藻類およびアンモニア性窒素の対処に関する質問ですが、水深の深い貯水池では、私共もまた曝気処理を採用しています。基本的に、貯水池にポンプで空気を送り込み、底のほうの水を掻き上げ、表面の方の水など他の部分と混ぜています。その結果、藻類の成長がかなり抑えられています。また、アンモニア性窒素も減少しています。

しかし、シンガポールは一年中暑い太陽が照りつきますので、浅い貯水池、特に河口貯水池では、時々藻類が大量発生して問題となります。この場合、頓田貯水池と同様に硫酸銅を使わねばなりません。硫酸銅を使用すれば貯水池の藻類はなくなりますが、硫酸銅は貯水池に蓄積するでしょう。そこで質問ですが、頓田貯水池の場合、どのように投与量を調整しているのでしょうか。また北九州市の指針では、貯水池に蓄積した硫酸銅は長期的にどういう意味合いを持つのでしょうか。

座長（小田弘登） シンガポールでも、貯水池では曝気処理が大変効果をあげているが、浅い貯水池については問題があり、硫酸銅を使わざるを得ない状況にあるとのこと。長期的に見ますと、その硫酸銅が蓄積してくるので、投与量や、その問題点などについてはどうかということです。北九州市の田邊さん、よろしくお願いします。

田邊 明（北九州市） 日本の水質基準では、銅の濃度は1 mg/l以下となっています。しかし、作物、特に稲類はこの銅に非常に敏感に反応して少ない量でも生育阻害等の影響を受けてしまいます。農業用水では0.2mg/lという基準があります。そこで、我々はその水準を決して超えないように、散布する時は、その貯水量に対して0.1mg/lを超えない濃度で散布します。特に、水質のある程度良いところでは、その半分の0.05mg/l位の濃度で蒔いており、それでも十分に効果があらわれています。

座長（小田弘登） ありがとうございます。日本の水質の銅の基準は1 mg/l以下ですが、作物に対する影響が大きいということで、散布される場合は、0.1mg/lを超えないように、また水質のある程度良いところでは、0.05mg/lと、できるだけ少ない量を散布しておられる状況のようです。シンガポールのウォンさん、よろしいでしょうか。

ウォン・キー・ウェイ（シンガポール） ありがとうございます。

座長（小田弘登） では、北九州市の田邊さんの発表は、これで終わらせていただきます。どうもありがとうございました。