

II. 厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）

「水道の基盤強化に資する技術の水道システムへの実装に向けた研究」

分担研究報告書

水質管理の強化に係る既存・将来技術の文献調査と課題抽出（アンケート）

研究分担者 市川 学 公益財団法人 水道技術研究センター 主幹 浄水技術部長

研究要旨

全国 32 の水道事業者へのアンケート調査により、実際の現場で自動監視装置を用いた水質管理方法及び水質データの利活用状況について調査し、課題を抽出した。事業者の規模や、水源を汚染する恐れのある物質、浄水処理方法が異なることから、安心して飲める水を安定供給するために様々な水質を連続監視していた。特に濁度・pH・残留塩素濃度は 9 割以上の事業者で測定され、運転管理上及び危機管理上重要とされていた。一方で、データの利活用は事業者間で差があり、特にデータを利活用していない事業者も多かった。自動監視装置導入の課題としては、導入費用や維持管理費用がかかる、測定精度が低い、維持管理の煩雑化、設置スペースの確保が挙げられた。以上から、連続測定データの利活用の推進及び自動監視装置の更なる開発促進が日本国内の水道事業の基盤強化につながると考えられた。

A. 研究目的

現在、水道分野では、水質（代替）指標項目の連続測定、深層学習等による早期水質予測、小型で省スペースな水質センサーといった、先端的な技術が開発されている。このような連続測定に係る新技術を水道水源から給水末端に至る水質管理に活用することで、少ない技術系職員数でも効率的で高度な水質管理が可能になると考えられる。しかし、自動監視装置の導入状況は事業者によって異なることから、連続測定データの利活用に関する実態把握が求められている。そこで本年度は、自動監視装置を用いた水質管理の実態把握及び水質データの利活用について、全国の水道事業者に対しアンケート調査を行い、その回答から現状及び課題を明らかにすることを目的とした。

B. 研究方法

アンケートは電子データで作成し、電子メールにて全国の水道事業者に配布した。対象事業者は、地域に偏りが無いよう絞り込んだ 32 事業者（日本の総人口の約 43%の給水人口）とした。

アンケートでは、(1)自動監視装置による連続測定の実施状況や今後の計画等について、(2)自動監視装置により得られた水質データの利活用について調査した。

(1) 自動監視装置による連続測定の実施状況や今後の計画等

自動監視装置によって測定していると考えられる、水温、濁度、残留塩素濃度などの水質 18 項目について、測定場所、測定頻度、

重要度、水質面の課題や運用上の課題などを調査した。重要度は、選択肢を大中小として質問し、大3・中2・小1として、測定事業体あたりの重要度平均値を算出した。また、導入の予定または導入の予定はないが検討をしている水質、将来的な技術開発に対し期待することを調査した。

(2) 自動監視装置により得られた水質データの利活用

連続測定している水質項目のうち特に重要と考える水質項目を調査し、併せてその理由も利用目的とともに調査した。さらに、水質データの解析や水質予測等への活用事例の有無についても調査した。

C. 調査結果

(1) 自動監視装置による連続測定の実施状況や今後の計画等

表1に各水質項目における測定事業体数を示した。原水、処理工程水、給配水において、自動監視装置により全く連続測定していないという事業体は少なく、特に給配水ではアンケートの対象とした32事業体全てで何らかの水質を連続測定していた。測定水質項目数の平均は、原水で6.7項目、処理工程水で4.8項目、給配水で4.3項目であった。連続測定している水質項目は原水において、濁度・pH・水温・電気伝導度の順に多かった。処理工程水においては、残留塩素濃度・濁度・pH・水温の順に、連続測定されている水質項目が多かった。給配水においては、残留塩素濃度・濁度・pH・色度の順に、連続測定されている水質項目が多かった。

表1 各水質項目における測定事業体数

水質項目	測定事業体数 (N=32)		
	原水	処理工程水	給配水
濁度	30	29	26
pH	30	28	22
水温	27	13	17
電気伝導度	24	7	13
アルカリ度	19	4	4
油分・油膜	15	0	0
毒物(バイオセンサー等)	13	2	0
アンモニア態窒素	10	2	0
溶存酸素	7	5	0
塩素要求量	7	3	0
カビ臭物質濃度	7	2	3
色度	4	7	19
残留塩素濃度	0	30	32

表2に各水質項目における重要度の平均を示した。重要度については、運転管理上は残留塩素濃度・濁度・pH、危機管理上は毒物・油分・濁度の重要度が高くなっていた。

表2 各水質項目における重要度平均

水質項目	重要度平均	
	運転管理	危機管理
濁度	2.97	2.90
pH	2.87	2.52
水温	2.20	1.54
電気伝導度	2.27	2.15
アルカリ度	2.39	2.16
油分・油膜	2.46	2.93
毒物(バイオセンサー等)	2.55	3.00
アンモニア態窒素	2.50	2.20
溶存酸素	1.90	1.80
塩素要求量	2.75	2.38
カビ臭物質濃度	2.86	2.57
色度	2.26	2.11
残留塩素濃度	3.00	2.88

データの測定頻度は事業体や水質により回答にばらつきがあった。データの保存頻度についても同様にばらつきがあったが、いずれも測定した全てのデータを保存せず、頻度を下げて保存していた。

事業体が水質について抱える課題については、各水質で様々な意見が挙げられた。特に重要度の高いという回答の多かった濁度については、原水では高濁度への対応、処理

工程水及び給配水では測定機器のメンテナンス(異常値や気泡による誤差等)が課題と感じている事業者が多かった。pHの課題は、原水 pH 変化に伴う凝集不良やモルタルライニング配管による水温上昇時の pH 上昇を課題とする事業者が多かった。残留塩素濃度の課題は、指示値と実測値の誤差、機器校正等のメンテナンス、水温による残留塩素濃度の変化を課題とする事業者が多かった。

導入を予定しているまたは導入予定はないが希望する水質項目について調査した結果、毎日検査の省力化や安定した管理のため残留塩素濃度や濁度の連続測定を導入検討している事業者が確認された。また、臭気物質を機械で連続測定することで、省力化及び人の感覚に頼らない検査を目指す事業者や、紫外線吸光度で送水過程での残留塩素濃度予測を検討している事業者があった。

導入の課題として、導入費用や維持管理費用が多くかかること、校正等の保守点検作業の増加すること、測定精度が低いこと、設置スペースの確保ができないことが挙げられた。

将来的に望まれる技術開発として、原水や処理工程水において臭気を連続測定することで適切に粉末活性炭処理を行うことが望ましいと 5 事業者から回答があった。さらに、検査の担い手不足から、水道水質基準全てを自動測定できるようにしてほしいという意見や、小規模配水系においても装置による毎日検査を実施できるよう、安価な装置を開発してほしいを開発して欲しいとの意見もあった。

(2)自動監視装置により得られた水質データの活用

連続測定している水質項目のうち特に重要と考える水質項目は、原水では濁度と pH、処理工程水及び給配水では残留塩素濃度と濁度と pH であった。その理由は、ろ過池の運転管理や各種薬品注入率の決定に濁度、pH、残留塩素を利用しているからであった。一部事業者からは、原水において毒物やシアン物の連続測定を危機管理に使用しているため重要であるとの回答もあった。

表 3 に測定データの利活用状況を示した。測定データは、残留塩素濃度やカビ臭物質濃度等の水質予測や、水質異常の早期発見、活性炭や凝集剤等の注入率の決定に使用されていた。13 事業者からは特に活用している事例がないとの回答であった。

表 3 測定データの利活用状況

項目	回答数	使用する水質項目
残留塩素濃度予測 塩素消費量予測	9	残留塩素濃度、水温、有機物量
臭素酸濃度予測	1	水温、pH、溶存オゾン濃度
カビ臭物質濃度予測	1	濁度
トリハロメタン生成予測	1	残留塩素濃度、原水水質
水質異常の早期発見	4	電気伝導度など
活性炭注入率	3	カビ臭物質濃度、水温、アンモニア態窒素
凝集剤注入率	2	TOC、pH、電気伝導度
pH調整	1	pH

測定したデータの閲覧については、一部職員のみ閲覧できる、専用端末等でのみ確認できる、パスワードを設定し管理している、といった管理をほとんどの事業者で行なっていたが、特に制限を設けていないという事業者も確認された。

データの保存期間は、5 年や 10 年が最も多く、中には永年保管しているという事業者が確認された。また少数意見として、HDD の容量がいっぱいになったら古いデータか

ら消えていく設定や、特に保管期間を設定していないという回答もあった。

データの保存媒体は、多くが HDD やファイルサーバーにデータを保存していたが、中にはオンラインストレージを利用している事業者や紙媒体のみで保存という事業者もあった。

D. 考察

(1)自動監視装置による連続測定の実施状況や今後の計画等

自動監視装置は全国の水道事業者で導入され始めており、濁度・pH・残留塩素濃度については多くの事業者で導入されていると推察された。ただし、今回のアンケートは中大規模事業者を対象としているため小規模事業者の実態については把握できていない。また、導入費用や維持管理費用が課題との回答が多く、安価でメンテナンスフリーな自動監視装置の開発が望まれていると考えられた。

自動監視装置の汎用性の高い水質予測モデルの開発に当たっては、多くの事業者が連続測定しており、かつ重要度の高い残留塩素濃度、濁度、pH を目的変数にすべきであると考えられた。また、説明変数としては、上記 3 項目に加えて水温も利用可能と考えられた。

7 事業者ではカビ臭物質の自動監視装置を導入していた一方で、5 事業者からは将来的に望まれる技術開発としてカビ臭物質の自動監視が望まれると回答があった。導入の課題として導入費用・維持管理費用・測定精度・維持管理が挙げられたが、すでに実装化された技術であるという情報が現場に届いていない可能性も考えられた。

(2)自動監視装置により得られた水質データの利活用

自動監視装置で測定されたデータには、濁度、pH、残留塩素濃度のよう、水質予測や水質異常の早期発見、活性炭や凝集剤等の注入率の決定のように浄水のプロセス制御に使用されるものと、水温や色度のよう、日常検査の手間を省くために導入されたため現状では活用できていないデータがあると考えられた。また、これらのデータの多くは 5 年以上電子データとして各事業者が保存していることが明らかとなったため、機械学習等による水質予測に用いることができると考えられた。

E. 結論

アンケート調査に基づき、実際の現場で自動監視装置を用いた水質管理方法及び水質データの利活用について調査し、課題点を抽出した。自動監視装置による水質測定は多くの事業者で進んでおり、特に濁度・pH・残留塩素濃度が測定され、かつ日常の管理でデータを利用して重要と認識されていた。測定データを水質予測の解析に用いることで、データ活用がさらに推進するものと考えられた。データの利活用が進んでいる事業者と進んでいない事業者とで分かれており、また測定された全データが活用されていないこと明らかとなった。自動監視装置の導入の課題としては、導入費用や維持管理費用がかかる、測定精度が低い、維持管理の煩雑化、設置スペースの確保が挙げられた。つまり、小型、安い、維持管理の手間が少ない、測定精度が確保されていることが望まれていた。

アンケート結果から、連続測定データの利活用の推進及び自動監視装置の更なる開発促進が日本国内の水道事業の基盤強化につながると考えられた。

F. 研究発表

1. 論文発表

(該当なし)

2. 学会発表

(該当なし)

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

(該当なし)

2. 実用新案登録

(該当なし)

3. その他

(該当なし)