HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	上水道分野における水質計測技術
Author(s)	財津, 靖史; 田中, 良春; 大戸, 時喜雄 他
Description	第2回衛生工学シンポジウム（平成6年11月10日（木）-11日（金） 北海道大学学術交流会館） . 1 計測手法 . 1-5
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 2, 23-26
Issue Date	1994-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7577
Type	departmental bulletin paper
File Information	2-1-5_p23-26.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

１－５

上水道分野における水質計測技術

財津靖史、田中良春、大戸時喜雄、平岡睦久、川上幸次　（富士電機総合研究所）

１．はじめに

上水道分野では、安全でおいしい水の供給をめざして水質への感心が高まっており、水質基準の改正を契機に、微量成分の多項目同時分析を可能とするラボ用の水質分析機器の導入が進められている。また、浄水場内のプロセスや水源、給配水系といったフィールドにおいても水質計測に関する新しいニーズが生まれており、ニーズを実現するための技術開発が行われている。本報では、計測器や計測制御システムの研究開発に携わる者の立場から、筆者らが関係する以下のような新しい水質計測技術について概説的な報告を行う。

１）原水水質を取水前に水源地で計測するための水源水質自動監視システムと毒物センサ
２）配水系での給水水質を、広域的に連続監視するための給水水質モニタリングシステム
３）活性炭投入や塩素注入の指標を迅速に提供するための簡便な総トリハロメタン分析計
４）大腸菌検査を連続的に無人で行うためのＭＭＯ－ＭＵＧ法自動化装置

２．水源水質自動監視システムと毒物センサ

河川や湖沼、ダムなどの水道水源の汚染が問題となってきたため、汚染の監視と有害物質の早期検知を目的として、水道の水源水系や浄水場の取水点などに水質の自動監視装置を設置する試みが始められつつある。このような監視を行う場合、不特定多数の汚染物質をどのようにして計測するかが問題である。慢性的な有害物質は定期的な水質分析で対応するとしても、常時監視が必要な不特定の急性有害物質を個別に測定することは困難である。そこで複数の有害物質を包括的に検知する手段としてバイオアッセイが用いられており、浄水場では原水で飼育している魚の異常を観測して水質異常を検知する手段としている。

図－１に示す毒物センサは魚に代わって、アンモニアを餌に酸素を消費する硝化菌を使い、その呼吸活性の変化で有害物質の有無を連続的にモニタしようとする毒物センサ（水質安全モニタ）の原理図である。固定化微生物膜を備えた溶存酸素電極を使い、有害物質による呼吸阻害（Ａの減少）を溶存酸素濃度の変化（通常時Ｂ＝０、異常時Ｂ＞０）から検知する。

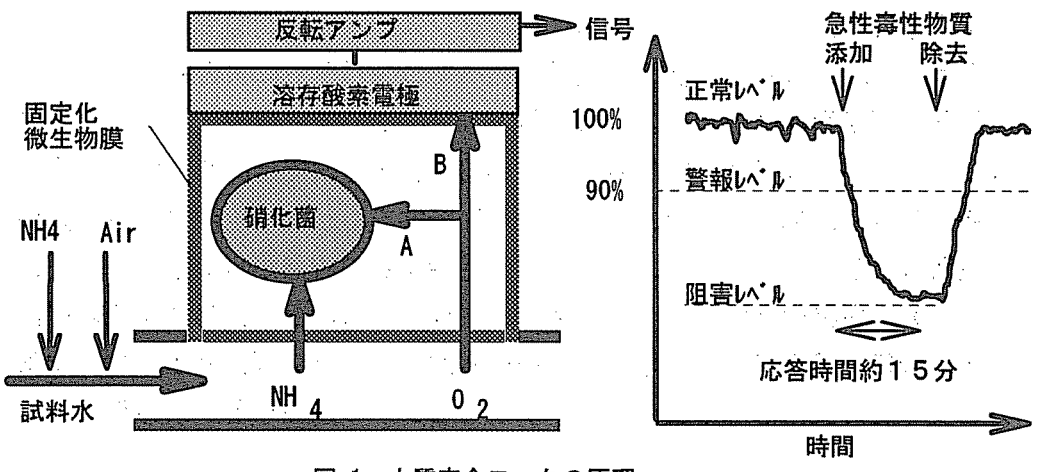


図-1　水質安全モニタの原理

微生物膜は１～２カ月の寿命を持ち、交換も容易で、６カ月程度は安定に保存可能である。シアンや各種の農薬などの広範な急性毒性物質に対し、迅速な応答を示すため、急性の有害物質の自動連続監視センサとして用いることができる。

図－２は、水道水源等に設置する無人測定局とテレメータ、水質監視局からなるシステムの構成図である。物理化学的測定項目は水源の状況によって必要な項目が選択される。水質監視局は水源から原水の供給を受ける浄水場や、水道事業体の水質部門に設置され、警報の受信と水質データの監視、記録を行う。今後、無人測定局が信頼を勝ち得るには、多少精度は劣っても安定に動作するセンサの開発と、サンプリングおよび前処理部の信頼性向上が重要である。

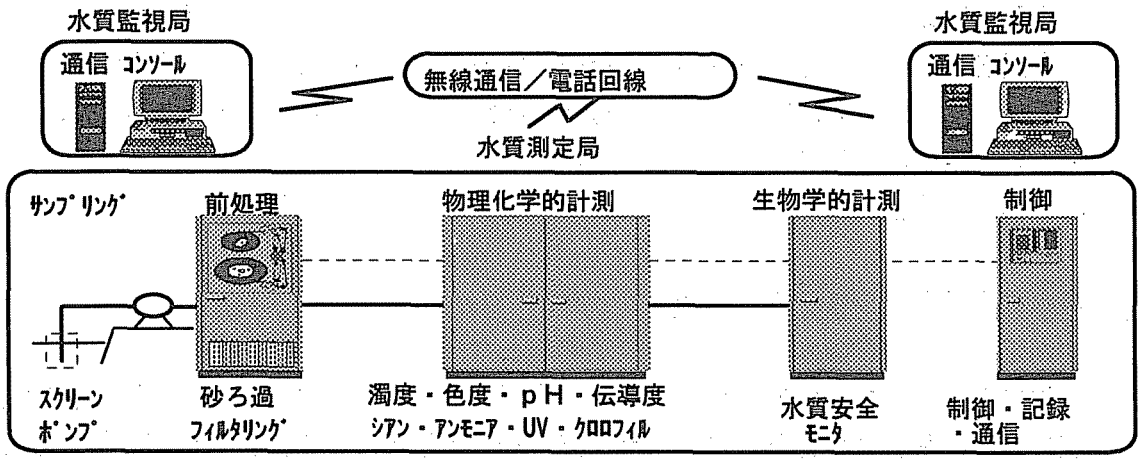
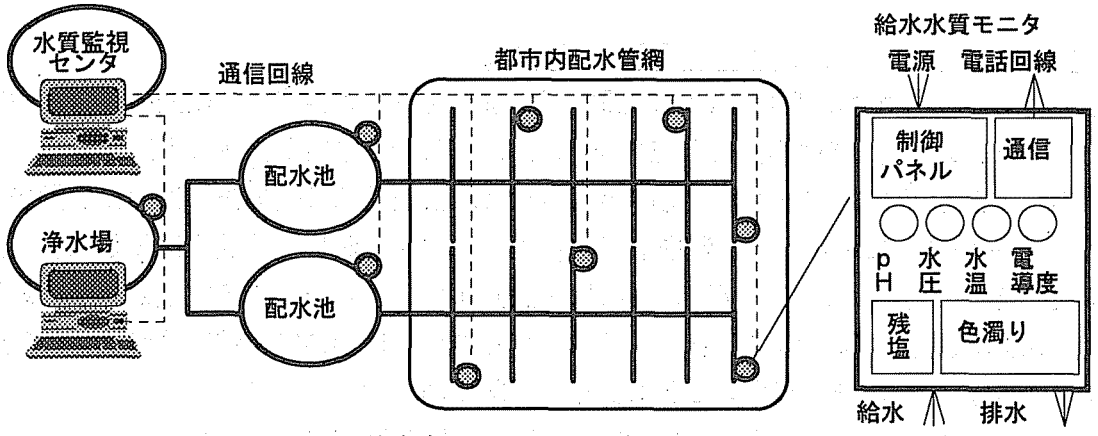


図-2　水源水質モニタリングシステム

３．給水水質モニタリングシステム

配水管網内の配管事故などによって、需要者に汚染された水道水が給水されていないかどうかを確認するために、水道事業者は色、濁り、残留塩素濃度の３項目については毎日、水道水質の水質基準項目については、例外を除いて月１回以上の水質検査を行うことを義務づけられている。これらのルーチン分析作業の自動化は、この分野での基本的課題であるが、特に、現在人手によって行われている毎日検査の自動化が大都市を中心に進められつつある。

図－３は、都市内に多項目分析装置を分散配置して毎日検査項目を初めとする各種水質項目の自動監視を行うための給水水質モニタリングシステムの説明図である。道路わきにも設置できるように、上述の水源水質の測定局に比べてコンパクトにまとめられており、測定項目も基本的な７項目程度に限定している。色と濁りについては色度（３９０ｎｍの吸光度）と濁度（６３０ｎｍの吸光度）で代用されているが、水道法で定められた色と濁りの目視検査との整合性をさらに高めるため、人の目に近い特性をもった「色濁りセンサ」が求められている。残留塩素濃度については、従来は細菌汚染防止の観点からの下限基準だけであったが、いわゆるカルキ臭の低減やトリハロメタン生成の低減などのためには低濃度に押さえる必要がある。今後、配水管網での塩素濃度を給水水質モニタの測定値から制御するようなことや、カビ臭などの異常な味や臭気をモニタするセンサの追加などが求められるであろう。

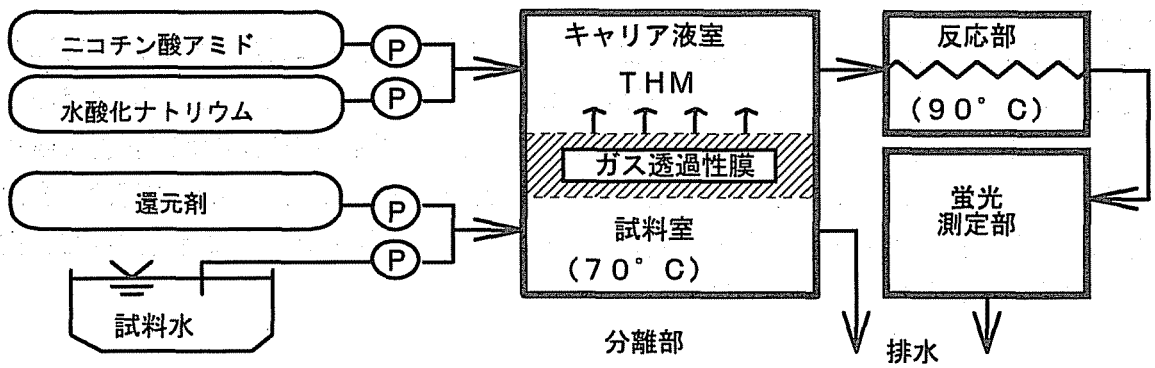


図－３　給水水質モニタリングシステム

４．総トリハロメタン分析計

水質基準項目としてのトリハロメタン（以下ＴＨＭとする）の分析は、ガスクロやＧＣ／ＭＳで行うが、分析操作が複雑で時間がかかる。一方、原水水質の悪化によってＴＨＭ前駆物質の濃度が増え、活性炭投入や塩素注入の目安に、浄水プロセスの日常運転管理の指標としてＴＨＭ濃度を簡便に測定したいといったニーズが増加している。このような場合には、ＴＨＭの個別成分濃度は必要なく、総ＴＨＭ濃度を簡便・迅速に測定できればよい。図－４の装置は、このような目的のために開発した装置である。

試料は吸引ポンプで還元剤溶液と混合され、分離部の試料室を通って排出される。分離部のガス透過性膜を隔てたもう一つの室にはキャリア液が供給される。分離部では試料中のＴＨＭ成分が加温されて揮発し、キャリア液に移行する。ＴＨＭ成分を含んだキャリア液は反応部でさらに加温されＴＨＭとニコチン酸アミドが反応（藤原反応）して蛍光性の化合物が生じる。蛍光測定部で、この蛍光性化合物の濃度を測定すると、予め求めておいた検量線から試料水中のＴＨＭ濃度が得られる。この装置によれば総ＴＨＭ濃度を２～３ｐｐｂの精度で約４０分間で熟練なしで測定できる。給水のＴＨＭ濃度管理や、原水と塩素とを反応させた後の試料を測定してＴＨＭ生成能の測定にも用いることができる。　今後、原水の有機物濃度が増加するにつれ、ＴＨＭ濃度を管理指標としたプロセス運用の必要性が高まってくるものと考えられる。

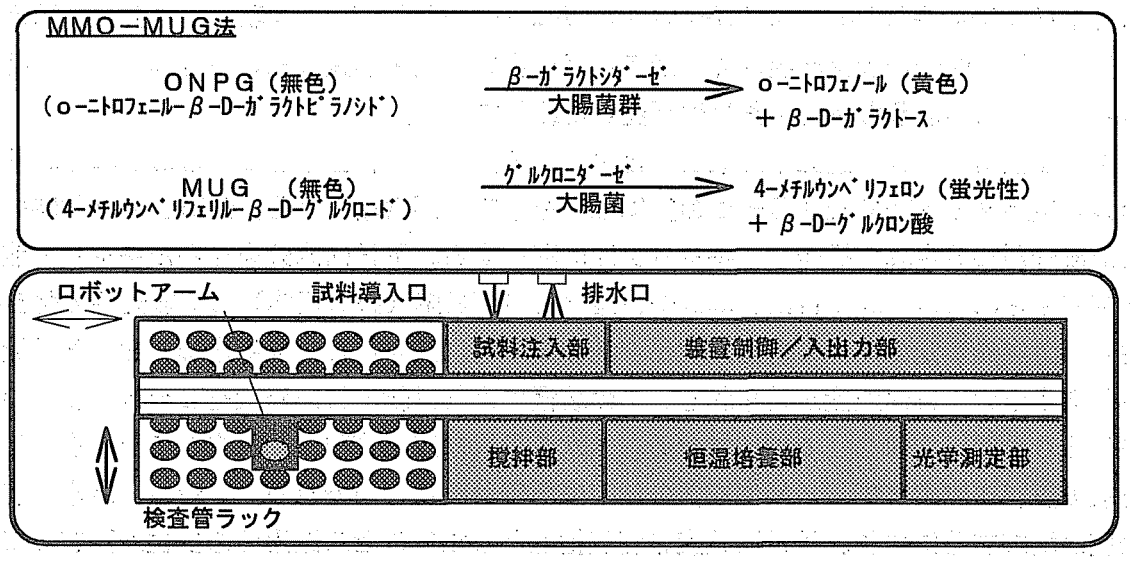


図－4　総トリハロメタン分析計

5．大腸菌群試験の自動化装置（MMO－MUG法）

水質試験項目の中でも細菌検査は長時間を要する項目で、大腸菌群の検査の場合、従来法（LB－BGLB法）では推定結果を得るまでに2日、確定結果までに4日を要していた。これでは、検査結果に対する迅速な対応が困難な上、検査員は検査のために休日出勤を強いられることも多い。このような状況を改善するために、結果が24時間後に得られ、自動化も容易な特定酵素基質培地法（MMO－MUG法）が導入された。この方法は、予め培地が封入された試験管内に試料水を入れ、35℃、24時間の培養の後、培養液が黄色に呈色しているかどうかを目視で確認することにより、試料水中の大腸菌群の有無を1個／100mLの感度で判定できる。図－5は本法の自動化装置の説明図である。この装置は一種の細菌検査ロボットで、装置を試料配管に直結して、検査管への試料の注入→撹拌→培養→光学判定のプロセスを全自動で何日間も無人で実行する。

水質試験には多数の分析機器が用いられ、現在は専門技術者による煩雑な作業が必要である。今後、多項目同時分析装置の採用や試料の前処理操作のロボット化などによって、これらの機器を統合化し、無人水質ラボのような形へと発展させていきたい。



図－5　大腸菌群検査ロボット

6．おわりに

水道分野での水質計測技術について、筆者らが関係する事例を基に概説した。水質基準の改正を契機に、安全でおいしい水の供給をめざしたオゾン処理、生物処理、膜処理などの新しい処理プロセスの導入が始まろうとしている。これらの動きに呼応して水質計測技術も日々進歩しつつあるが、サンプリングや試料の前処理といった、泥臭い部分の技術は、まだまだ未熟である。計測機器の実用上の精度を大きく左右するこれらの技術に目を向けて、信頼性の高い機器の開発に取り組んでいく。