

〈特集：水道水〉

水道水質試験機関における機器分析

上野英世

まえがき

水道水水質基準の改定（平成5年12月1日施行）に伴って、基準項目数は大幅な増加をみ、加えて、快速項目及び監視項目が新たに設定されたことにより、全体としての項目数は著しく増加した。水質試験機関の立場からみた場合、このことは水質試験項目数の単なる増加という現象に止まるものではなく、これによって試験体制全般に関し大きな変換を求められるものでもある。

まず、今回新たに加えられた項目の多くは、従来あまり測定されることのなかった有機物質であることか

ら、有機物質に対する高度な手法を駆使した分析の必要が生じ、そのための試験技術の向上が不可欠となる。また、それらの測定に要求される濃度レベルは、一般にかなり低いところにあることから、試験精度の管理がこれまで以上に重要となる。さらに、それらの測定に従事する技術者の育成、試験の効率化、機器類の保守管理、試験室設備の充実等、水質試験体制の全般を通じて少なからぬ課題が生ずると考えられる。

ここではまず、新水質基準の施行に伴って採用された試験方法中、いわゆる高度な分析手法に関する部分と、水道事業体における現状について触れた後、それら高度な分析手法の導入によって生ずると考えられる

表1 主要な分析手法と対象項目

		項 目	他の試験方法
ICP 法 (8項目)		鉛、六価クロム、カドミウム、銅、鉄、マンガン、亜鉛、ナトリウム	鉄は原子吸光度法又は吸光度法 他は原子吸光度法
イオンクロマトグラフ法(3項目)		フッ素、塩素イオン 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	塩素イオンは滴定法 他は吸光度法
GC-MS 法 (18項目)	PT 法又は HS 法 (12項目)	トリクロロエチレン テトラクロロエチレン 1,1-ジクロロエチレン ジクロロメタン cis-1,2-ジクロロエチレン ベンゼン 総トリハロメタン クロロホルム ブromoジクロロメタン ジブromoクロロメタン ブromoホルム 1,1,1-トリクロロエタン	PT-GC 法
	PT 法 (4項目)	四塩化炭素 1,1,2-トリクロロエタン 1,2-ジクロロエタン 1,3-ジクロロプロペン	PT-GC なし
	固相抽出法 (2項目)	シマジン チオベンカルブ	固相抽出 GC 法
固相抽出 HPLC 法 (1項目)		チウラム	なし

PT 法はバージ・トラップ法、HS 法はヘッド・スペース法。

諸々の課題について、感ずるところを述べてみたい。

1. 新水質基準にみる測定方法

水質基準の改定に伴って新たに定められた試験方法の特徴は、大きく3点に集約することができる。つまり、第1は高度な分析手法を用いた測定方法の導入、第2は同一項目に対する複数試験方法の採用、そして第3は一斉分析法の導入である。

第1の高度な分析手法に関しては、無機物質に対する誘導結合プラズマ発光分光分析(ICP)法とイオンクロマトグラフ(IC)法、有機物質に対するガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS)法と高速液体クロマトグラフ(HPLC)法が挙げられる。この4種の分析手法とその対象となる項目をまとめると、表1に示すごとくとなる。

第2の複数試験方法の採用は、従来の原子吸光光度

計あるいはガスクロマトグラフ(GC)による測定も可能とするために配慮されたものであるが、表1に見られるように、1,2-ジクロロエタン及び1,3-ジクロロプロペンに関してはPT-GC-MS法が、またチウラムに関しては固相抽出-HPLC法がそれぞれ唯一の試験方法とされているため、全項目の試験を実施するにはGC-MS及びHPLCが不可欠となる。

第3の一斉分析法の導入は、多数項目の効率的な分析を図ったものであるが、基準中の一般化学物質及び消毒副生成物のすべてを対象にしようとするれば、表2に示したようにPT-GC-MS法が唯一の方法となり、効果的な分析を行うにはやはりPT装置が欠かせない。

2. 水道事業者における対応状況

これらの分析機器及び装置類を、水道事業者がどの程度保有しているかについて、参考までに、日本水道協会が平成元年及び同2年に水道事業者を対象として実施したアンケート調査の結果を表2に示した。本調査は回答数が254事業者で、実態を十分反映する数としては少なく、またこの後新水質基準を受けて整備が進んでいると思われるが、新しい詳細な実態はまだ把握されていない。

しかし、平成5年に行われたある調査から、全国県庁所在地あるいはそれにはば準ずる都市等の水道事業者の検査体制を抜粋すると、該当する35事業者中、全項目自己検査を実施するものは25事業者(71%)を占め、一部委託検査とするもの9事業者(26%)、全部委託検査とするもの1事業者(3%)を大きく上回っている。また、一部委託検査としている事業者中の4事業者は、ほぼこの1~2年内に全項目自己検査体制に移行するとしており、少なくとも県庁所在地程度規模の水道事業者における検査体制は、新水質基準の公布後急速に充実しつつあることが窺える。

表2 一斉分析法対象項目一覧

分析手法	PT-GC-MS	HS-GC-MS	PT-GC
四塩化炭素	○	—	○
1,2-ジクロロエタン	○	—	—
1,1-ジクロロエチレン	○	○	○
ジクロロメタン	○	○	○
cis-1,2-ジクロロエチレン	○	○	○
テトラクロロエチレン	○	○	○
1,1,2-トリクロロエタン	○	—	○
トリクロロエチレン	○	○	○
ベンゼン	○	○	○
クロロホルム	○	○	○
ジブロモクロロメタン	○	○	○
ブロモジクロロメタン	○	○	○
ブロモホルム	○	○	○
1,3-ジクロロプロペン	○	—	—
1,1,1-トリクロロエタン	○	○	○

表3 水道事業者における分析機器整備状況¹⁾

主要機器	上水道	用水供給	総数	
ICP	12	4	16	6.3%
イオンクロマトグラフ	42	15	57	22.4%
GC-MS	28	15	43	16.9%
HPLC	29	16	45	17.7%

254事業者からの回答に水質試験アンケート結果を参照

なお、水道事業者からの試験を受託する機関の機器整備状況については、集約されたデータがほとんど見受けられない。

3. 今後の課題

(1) 技術者の確保・育成

機器類を有効に働かせていくためには、その操作に習熟した技術者の存在が不可欠である。このことは、あらゆる技術分野に共通する事柄であり、水質試験においてもその例外ではない。したがって、高度な分析手法に習熟した職員の確保・育成は、機器類の整備と並行して図られねばならない最重要の事柄といえる。しかし、現状では専門の学校を卒業した新規採用者にしても、他の化学分析に経験を有する転入者にしても、直ちにGC-MS等を駆使して水質試験を行うことは技術上難しい。その意味で、水道事業体に限らずすべての水質試験機関は、今後まずそうした技術者の確保・育成を心掛ける必要があるであろう。

技術者の育成方法としては、まずそれぞれの試験方法に関するマニュアルを作成し、それに習熟させることが基本となる。しかし、今後の有機物問題の推移を考えた場合、それらに遅滞なく対応していくためには次の段階として各種の応用技術を身に付けさせていく必要がある。また現在の多くの機器類はコンピュータ制御がなされているため、今後の分析技術者には、コンピュータに関する基礎知識も必要とされる。

なお、水道事業体にあって忘れてならないのは、水道における水質技術者は本来水質管理のための技術者であるべきであり、水質試験のためだけの技術者であるべきではないという点であろう。高度な分析手法に習熟し、正確な分析を行うことと同様に、原水・浄水処理過程・浄水を通じて総合的な水質評価ができることも、水道事業体における水質技術者にとって必要な事柄である。水質技術者を分析試験のみに専念させるか水質管理全般にも関与させるかは、事業者それぞれに事情が異なると考えられるが、いずれにしても、水質基準への対応に当たっては、まずその辺の方針を的確に定めることが必要であろう。

(2) 試験の効率化

試験項目の著しい増加に対応していくためには、分析の効率化を図る必要がある。一斉分析法の採用はそ

のための有効な手段であるが、そこにはやはり、さまざまな技術上の問題がつきまとう。そうした技術上の問題を解決し、効率的な分析を進め得る技術者を育成していくか、あるいは当面原子吸光光度計・GC等の活用を図っていくかは、やはり個々の事業者の判断に委ねられる事柄であろう。

一方、分析のオートメーション化もまた、その効率化に有効な手段であるが、オートサンプラーを除くと現時点で実用可能であるものはほとんど見当たらず、今後こうした面での装置類の開発が望まれる。

(3) 試験設備の整備

① 分析機器類の保守管理

技術者が機器類の操作に習熟し、的確な分析が行えるようになったとしても、機器類の構造等についてまで理解できているわけではなく、故障時の対応は困難である。したがって故障をできる限り避ける意味においても、また分析の精度を確保する意味においても、それら機器類に関しては定期的なメンテナンスが必要となる。

メーカー側に対しては、故障時には直に対応できる体制を整えるとともに、そうしたメンテナンス体制を確立することが望まれる。一方試験機関側においては、地理的な条件等から早急な修理が困難な場合を想定し、備品・消耗品だけでなく機器本体の予備を備えることが望ましい。予備機器の設置は、単に故障時の対応だけでなく、技術者の研修育成用としても極めて有効である。

② その他の設備

測定濃度が著しく低レベル化した現在の水質試験においては、室内汚染による測定値誤差の発生に従来にも増して注意する必要がある。とくに、今回新たに基準項目となった1,1-ジクロロエチレン等のような沸点の低い物質は室内汚染を招きやすい。したがって、その防止のために、機器室と前処理室との完全な分離、個別の空調等、試験室自体の構造についても十分配慮する必要がある。

また、ラボラトリー・オートメーションを進める場合には、防火等の安全に配慮した試験設備が必要となる。

(4) 分析精度管理

① 内部精度管理

分析濃度レベルの低下、技術者の確保・育成の困難さからして、分析精度の管理は従来に増して重要なものとなる。内部精度管理をどのように実施していくかは、機器類の整備状況、技術者の習熟等によって異なるが、とくに当該項目の分析に技術者が不慣れな場合、一斉分析法の採用等分析法の変更時等にあっては必要な作業である。正確な分析は、水道水水質への信頼性に直接影響する基本的な事柄といえる。しかし、実際にこれを十分なレベルで実施していくには、非常に多くの労力と時間が必要であり、その実施には、予算・人員配置の次元から考慮されなければならないであろう。

② 外部精度管理

外部精度管理は、標準液の濃度検定と分析精度の相互比較とに大別することができ、前者については、各試験機関の標準液濃度を一括して比較検定する作業、後者については各試験機関に配布する統一検体の作成と分析結果の解析作業が主となる。しかし、これには極めて多くの労力と設備とを要するため、これまでわが国で大規模に実施された例は少ない。

一例として、日本水道協会が17試験機関を対象とし、金属4項目・低沸点有機塩素化合物3項目について平成4年に実施した結果をみると、金属類については鉛とヒ素における変動係数の大きい傾向が、また低沸点有機塩素化合物については3物質ともに回収率の低い

傾向がそれぞれ認められる。この調査で対象とされた項目は、いずれもすでにかかなりの分析経験を有するものであることからすれば、新たな項目についてはこうした傾向がより大きくなると推測され、今後の精度管理の重要さはこの例からも窺うことができる。

また、PT-GC-MSや固相抽出-HPLCを保有していない水道事業体の多さからして、それらを必要とする試験の外部委託が増加すると考えられるので、これからの外部精度管理は水道事業体の試験機関だけでなく、それら受託試験機関をも包括して実施する必要があるであろう。そしてそのためには、何よりもまずそれらの実施にあたる公的機関の整備充実が必要となる。

おわりに

以上、高度な分析手法の導入に関連して生ずる課題を思い付くままに列挙したが、新水質基準の意義を十分生かし、水道に対する信頼感を向上・確保していくためには、いずれも解決されねばならない課題と考えられる。各水道事業体はもとより、国・自治体・民間分析機関・分析機器メーカーを挙げての努力と協力を望みたい。

参考文献

日本水道協会：水質管理に関するアンケート調査報告書、71-84、日本水道協会（平成4年）