

超微量分析技術の進歩と環境問題 (ppm から ppt へ)

鎌 田 政 明 *

環境問題が一般の関心をあつめることになってから、ppmという濃度の表現法はすっかり定着してしまった。新聞などには、この3文字をまとめた活字が用意されているほどである。

いうまでもなく、ppmは百万分率のこと、百万人の中に一人ということである。

30数年まえ、筆者がはじめて分析化学に接した頃にはほとんど用いられていないかったものであるが、今ではこの程度の濃度は比較的容易に分析可能となった。

さらにいろいろの公害や環境問題が発生するに及んで、ppm以下の微量濃度でも問題になるようになり、ppmの $\frac{1}{1,000}$ 、すなわち ppb(百億分率)いう単位が使われる事も多くなってきた。たとえば水銀である。この金属はそれ自身有毒な金属であるが、有機水銀化合物の中には特に有毒なものがあるため強く規制する必要があり、ppbレベルの水銀定量法(冷原子吸光光度法)が開発された。

汚染されていない外洋海水中の水銀含有量については、北大水産学部の西村雅吉教授の有名な研究がある。

同教授は海水中の水銀の定量法について検討を加え外洋海水中の水銀濃度は $5\text{ng}/\ell$ (およそ $5\text{ng}/\text{kg}$)であることを実証し、これまでに発表された外洋海水中の水銀濃度がいずれも過大であることを指摘している。

ここでいう ng はナノグラム(10^{-9}g)である。したがって、 ng/kg は 10^{-12} のオーダーとなり、分率でいえば1兆分率(Part per trillion, ppt)である。

むろんこのpptという単位は、まだ一般的な環境問題の議論に広く使用されているわけではない。しかし、一般的の降水(雨水、雪など)中の水銀濃度もやはり ppt のオーダーである。

ところが、pptレベルの成分分析ということになると、ppmレベルの成分分析とはかなり異った問題を生じてくることに注意しなければならない。

それはさきに西村教授が指摘した海水中の水銀分析値が過大にでているという原因もこの問題に起因していると思われるからである。

すなわち、分析の全操作中に付随する汚染(コンタミネーション)が問題となるのである。

われわれは、一つの成分を分析するにさいして、試料採取(サンプリング)、試料保存(輸送中をも含む)、前処理、分析操作など、数多くの“処置”をおこなうのであるが、これらの処置の過程において、もし、汚染が付随すれば、眞の正しい

* 鹿児島大学理学部教授 理博 当協会理事

分析結果が出るはずがない。すなわち、もともと試料中に含まれていないものが分析操作中に混入すること（汚染）に対して万全の注意と対策が必要になってくるのである。

分析をおこなう者は誰しも、水は精製水を使用し、器具はよく洗浄し、試薬は特級品を用いる。また、実験室も清浄にする。これは、分析者の常識である。

しかし、pptレベルの分析を実施するときには、この常識だけでは通用しない。

すなわち、水を精製するにしても、イオン交換樹脂による脱イオン法や通常の蒸留装置による精製だけでは不十分であり、沸とう現象を伴わない蒸留法、つまり赤外線を利用したおだやかな加熱蒸留法（サブボイリング法）を実施する必要があるといわれる。

試薬の精製についても同様である。市販品をそのまま使用することなく、よく吟味し、前述の精製水を用いて精製することが要求される。

もし、試薬中から問題となる成分を化学的に除去することが困難な場合には、たとえば加熱気化という物理的方法によらねばならないこともある。筆者らは、試薬中の水銀除去にこの加熱法を用いている。一般に、固体試料中の水銀分析として、各種の試薬を加えて処理する。“化学的方法”が行われているが、水銀で汚染された化学薬品を使用することは超微量水銀分析法には不都合である。

さらに重要なことは、化学分析を実施する実験室の環境である。

通常の化学分析室には多くの薬品が搬入され、こぼされ、環境が汚染されている。超微量分析を実施しようとする場合にはこの実験室環境そのものが問題となるのである。

室蘭工大の室住正世教授は、超微量鉛の環境的濃度分布について調査研究をすすめている世界的な学者であるが、同氏によれば、外洋海水中の鉛は正確には(15) pptぐらいのレベルであるが、実験室環境に関する注意を怠るときには容易に300 pptぐらいの分析値になってしまうということである。

このため、同教授の分析操作はすべて“クリーンルーム”中で実施されている。実験室に導入される空気は多重式フィルターにより沪過されて“ほこり”中の鉛が極力混入しないよう配慮されている。また、サブボイリング法による水の精製、ならびに試薬の精製も、すべてこの“クリーンルーム”中でおこなわれている。ただ、“クリーンルーム”的設備費が高価(5千万円以上)なこともあって、その普及はいまだしの感がある。

しかし、ppbの次のステップとして、pptの時代が早晚やってくることは必定であり、その時は“クリーンルーム”を絶対に必要とすることになる。

筆者は、その時機が到来するのは恐らく1980年代の終り頃ではなかろうかと予測している。