

## 計量証明事業所における分析業務の特色と伝承

管 雅 英

### 1 はじめに

#### 1・1 計量証明事業所と環境分析

計量法に基づく環境の計量証明事業の区分には化学分野の濃度、物理分野の音圧レベル、振動加速度レベルがある。ダイオキシン類など一部の項目は、特定計量証明事業の特定濃度として区分が定められている。

また、濃度の場合、計量証明ができる媒体は、大気、水質または土壌であり、結果は法定単位によるものと定められているが、計量証明事業所では産業廃棄物やアスベストなどのほか、他の法令により測定機関として事業登録が必要な作業環境測定、水道水・飲料水検査など様々な環境試料を分析していることも多い。

#### 1・2 法令との関わり

1960年代の高度経済成長期には公害が大きな社会問題となり1967年に公害対策基本法の制定、有害物質等測定値の信頼性と精度向上のため1974年計量法の改正により環境計量士および環境計量証明事業所の登録制度が開始された<sup>1)</sup>。その後、地球規模の環境保全・環境問題に対応するため、公害対策基本法に代わり1993年環境基本法が制定された。このように環境法令と計量法は

密接に関係している。

環境の法令は非常に多いため、法令の要求事項に合致した試験を行わなければ分析結果は意味を成さない。

水質を例にとると、環境汚染の状況把握には環境基準の適用、排水では放流先に応じて水質汚濁防止法または下水道法に従うこととなる。さらに、排出基準は自治体の条例も適用されるので、施設の情報も把握しなければならない。

そのほかにも厚生労働省所管の水道水、作業環境なども基準値および試験方法の規定があるため、それぞれの法令に従わなければならない。

このように環境分析は同じ媒体や項目であっても、目的や由来によって適用法令が異なり所管省庁が多岐にわたるため、法令は横断的に理解しておく必要がある。

### 2 分析業務の特色

#### 2・1 試料採取

##### 2・1・1 試料採取の重要性

環境分析は、試料採取から分析実施まで一連の操作を行うが、いくら精度の高い分析を行っても試料採取の良し悪しで分析結果に大きな影響を与えるため、試料採取の目的と意義を理解したうえで実施しなければならない。

試料採取道具や容器は測定項目に影響を及ぼさない材質で行い、保存には冷暗所とし、分析項目に応じた保存処理を行うなど、基本的な採取方法は媒体や項目ごとにJIS規格や環境省の各マニュアル等で規定されている。

分析結果が全体を代表する値となる試料採取を行うためには分析の全般的な背景を理解している熟練者の監督下で行うことが望まれる。

試料採取時の現地の状況は分析の実施、結果の検証と評価を行う上で重要な情報となる。例えば河川調査では試料水の外観、気温・水温、pH、透視度、電気伝導度などを測定し、採取日時、前日と採取時の天候、周囲の状況、その他気づいた点を記録しておく。観察力が必要な作業でもある。

##### 2・1・2 教育訓練の意義

計画的な試料採取がある一方、緊急対応が必要な試料採取もある。例えば工場から有害物を含んだ排水が流出するなどの水質事故が発生した場合、採水地点の選定、

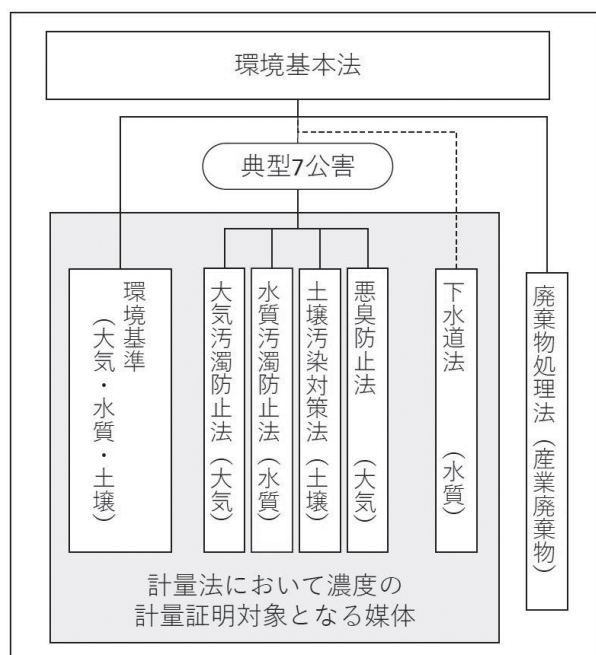


図1 環境法令と濃度計量証明の関係

水質事故の発生状況や周囲の観察，現地での簡易測定など緊急対応が必要になってくる。現地業務の知恵は経験を重ねることで身につくことも多いため，試料採取はOJTを行う上でも重要な機会と捉えている。

### 2・1・3 安全対策

河川調査の場合，試料採取や流量測定のため直接川に入ることも多い。現地ではヘルメットやライフジャケットを着用し原則2人以上で調査を行うなど，状況に合わせた安全対策を徹底しなければならない。

また，試料採取は自然環境中だけでなく，顧客施設で採取する場合もある。排ガス測定では高所作業や高温施設での安全対策，排水採取では排水の接触を避けるために保護手袋，保護メガネやマスクの着用，建設現場での土壌採取では周囲の重機に注意するなど，採取場所に応じた安全対策を講じなければならない。

顧客施設内での採取は施設内のルールを遵守し，地下水調査では一般家庭の井戸から採取する場合もあるので訪問先への配慮も必要になる。



図2 河川試料の採取状況

## 2・2 環境分析の特色

### 2・2・1 分析の特徴

環境の分析では，カドミウムなどの元素やテトラクロロエチレンなど化学物質の濃度を測定する項目と，水質汚濁の指標であるBOD（生物化学的酸素要求量）やCOD（化学的酸素要求量）のような条件分析の項目がある。有機物が過剰に存在すると水中の溶存酸素が低下して環境悪化を招いてしまう。BODなど是有機物が環境に及ぼす影響を考慮した条件での分析とも言える。

また，水質の環境基準には大腸菌数，自治体の排水基準には外観，においがあり，化学分析に加え，微生物試験や官能試験も行われる。

さらに，土壌汚染対策法による土壌含有量試験は，経口摂取した土壌が胃酸によって有害物が溶出，体内吸収されるリスクを想定しているため，1 mol/L 塩酸への溶

出量を換算し含有量として扱っている。土壌に含まれる対象物質の全量ではないことに注意を要する。

このように，環境中の挙動や人体に及ぼす影響を想定した項目や試験方法があるのは環境分析の特徴といえる。

### 2・2・2 情報の重要性

環境分析では，処理前の廃液のように環境汚染物質を高濃度に含む試料を扱うことがある。事前情報があれば分析や周囲への影響を考えて取り扱うことができるが，情報のない試料も扱っているため，予期せず器具や分析装置を汚染してしまうケースもまれにある。分析に影響がありそうな情報を分析者に伝えることは，分析結果の品質に影響を及ぼすだけでなく，分析者の安全を確保するためにも必要なことである。

### 2・3 計量管理

適正な計量を行うため，計量法第109条において計量士が計量管理を行い，計量器の整備，計量の正確の保持，計量の方法の改善その他適正な計量の実施を確保するために必要な措置を講ずること，と定められている。具体的には，標準作業手順書の整備，測定機器の日常点検・定期点検，二重測定，回収試験，ブランクチェックなどの内部精度管理の実施，外部精度管理の参加，目的に応じた適正な試験方法の選定などがあげられる。

分析結果の検査は依頼内容との整合性，試料由来や採取時の情報を勘案して結果の妥当性や記載の誤りがないことを確認し，計量管理者の承認を受けてから依頼者に報告する，というプロセスで実施している。

## 3 技術の伝承

現在の分析は自動化が進み，手順通りに実施すれば分析結果は比較的容易に得られるようになった。しかし，分析結果の妥当性を評価するためには，試料採取状況や試料の性状の確認，分析操作や測定機器の特性を理解する必要がある。分析者の力量を向上させるための当社の取り組み事例を紹介する。

### 3・1 SOPの活用

環境分析の試験方法は，JIS規格や環境省告示など法令で定められているが，試料によっては規格だけでは妨害物質の影響を除くことができない場合もある。熟練者は長年の経験から得た知見や分析操作のポイントを熟知しているが，これを組織の共有知識とするため，SOP（standard operating procedures，標準作業手順書）に分析上の注意点，操作ポイントの記述や写真等を挿入して理解しやすいような工夫を心掛けている。いわゆるナレッジマネジメントとして暗黙知から形式知に変換することで技術を伝える手段の一つとしている。

### 3・2 技術検討会

筆者の所属している部署では、組織全体の技量向上を目的とし、技術検討会と題し勉強会を定期的に開催している。試料採取等で客先に訪問する機会も多いため、環境分析だけでなく、設備の不具合や材料調査など化学分析の手法を用いた調査の相談を直接受ける場合もある。そのためには分析技術の向上に加え調査、考察、改善提案など総合的な能力を高める必要がある。

技術検討会では分析化学・機器分析の基礎、環境関連法や計量法、化学物質に関する法令など環境分析を行う上での必要な知識、調査事例などをテーマとしている。

期首に年間計画を立案し、上位技術者や指導者が講義を行う場合や分析者が自己の担当項目の説明を行い、習熟度を確認するなどの運営を行っている。また、法改正の解説や新分析技術の情報も適宜発信している。



図3 技術検討会の風景

### 3・3 精度管理

分析の信頼性確保及び精度の維持向上を図るために精度管理を実施している。内部精度管理では、主にばらつき、外部精度管理でデータの偏りを監視している。

外部精度管理では、環境省の環境測定分析統一精度管理調査や関係団体が主催する精度管理（例えば一般社団法人日本環境測定分析協会が主催する技能試験など）に参加している。

試験実施の際、分析者が中心となり操作の注意点を洗い出ししたうえで実施計画を立案する。分析者を交えて技術管理者や経験者が各ポイントでの確認、助言や分析に立ち会い、試験結果を検証して報告値を確定している。また、報告値の評価で不具合が生じた場合は関係者と共に原因を抽出して改善している。これらのプロセスを分析者を行うことで技術を伝える機会としている。

### 3・4 外部発表

日常の分析業務で遭遇した疑問や問題点を取り上げ、所属する関係団体が主催するセミナーでの事例発表や機

関誌への寄稿など、外部での研究発表を積極的に行っている。

発表者の経験年数や熟練度に応じて指導内容は変わってくるが、上位技術者が指導・助言を行う中で技術を伝える機会としている。

また、外部に出ることで他社の技術者との情報交換の機会が増すことも分析者の成長に繋がると考えている。

### 3・5 日常業務での教育

日常業務にOJTを取り入れて教育を行っている。

排水など定期的に試験を行っている案件は妥当性確認の一つとして過去のデータとの比較を検査に取り入れている。分析結果に大きな変動があった場合、分析者とともに分析手順、試料の性状、チャートや分析記録を確認しながら分析の注意点やデータチェックのポイントの説明を行い、分析者が試験結果を自ら評価できるように指導している。

また、分析者には試薬添加の量を倍にする、添加の順番を変える、など分析の手順をわざと変えると分析結果にどんな影響が出るかを実際にやらせるなど、興味を持たせることで、考えるきっかけづくりを試みている。

## 4 おわりに

1974年の計量法改正により環境計量証明事業制度が開始されてから間もなく半世紀を迎える。環境分析は公害対策から、地球規模の環境対策へと移り、新たな項目や微量の分析が増えているが、根底にはこれまでの技術が基礎となっている。

先達の技術を受け継いで後世へ伝えてゆくことは技術者の育成と組織の知識の蓄積に他ならない。かつては熟練者が傍らにおり、機会があることに指導する場面もあったが、機械化や自動化が進んだ現在では、一人で作業を行うケースも増えて原理原則を知らなくとも分析値を得ることが出来るようになったため、技術者の育成が重要になってくる。

また、インターネットの普及により、文献調査や技術資料は以前よりも容易に閲覧できるようになった反面、情報の真偽が不明なものもあるため、精査しないと誤った理解をしてしまう危険性も潜んでいる。

指導側は、分からないことは聞きに来るように、とつい言うってしまうが、分析者は経験が浅いと「分からないこと」自体を認識できない場合もある。

指導側が自ら実験室に赴き実際の操作を観察し、同じ目線で分析者と相互コミュニケーションをとることを心掛け、話しやすい雰囲気を作ることも大切であろう。

技術を次世代に伝えることは技術者の育成と組織全体の技術力の向上につながり、新しい技術開発のヒントのきっかけになっていくものと考えている。



## 文 献

1) 環境省：平成5年版環境白書（1993）。



管 雅英 (Masahide Kan)  
株式会社オオスミ分析技術グループ  
(〒246-0008 神奈川県横浜市瀬谷区五貫  
目町20-17) 明星大学理工学部化学科。  
環境計量士（濃度関係）。《現在の研究テー  
マ》マイクロプラスチック調査。  
《趣味》文化財鑑賞，寺社巡り。  
E-mail: m.kan@o-smi.co.jp

日本分析化学会の機関月刊誌『ぶんせき』の再録集 vol. 3 が出版されました！ 初学者必見！ 質量分析・同位体分析の基礎が詰まった 293 ページです。

本書は書籍化の第三弾として、「入門講座」から、質量分析・同位体分析の基礎となる記事，合計 42 本を再録しました。『ぶんせき』では，分析化学の初学者から専門家まで幅広い会員に向けて，多くの有用な情報を提供し続けています。これまで掲載された記事には，分析化学諸分野の入門的な概説や分析操作の基礎といった，いつの時代でも必要となる手ほどきや現役の研究者・技術者の実体験など，分析のノウハウが詰まっています。

### 〈2003 年掲載 1 章 質量分析の基礎知識〉

- |                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| 1. 総論              | 7. 無機材料の質量分析            |
| 2. 装置              | 8. 生体高分子の質量分析           |
| 3. 無機物質のイオン化法      | 9. 医学，薬学分野における質量分析法     |
| 4. 有機化合物のイオン化法     | 10. 食品分野における質量分析法       |
| 5. ハイフェネーテッド質量分析 I | 11. 薬毒物検査，鑑識分野における質量分析法 |
| 6. タンデムマススペクトロメトリー | 12. 環境化学分野における質量分析法     |

### 〈2009 年掲載 2 章 質量分析装置のためのイオン化法〉

- |                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| 1. 総論                 | 7. レーザー脱離イオン化       |
| 2. GC/MS のためのイオン化法    | 8. イオン付着質量分析        |
| 3. エレクトロスプレーイオン化—原理編— | 9. リアルタイム直接質量分析     |
| 4. エレクトロスプレーイオン化—応用編— | 10. 誘導結合プラズマによるイオン化 |
| 5. 大気圧化学イオン化          | 11. スタティック SIMS     |
| 6. 大気圧光イオン化           | 12. 次世代を担う新たなイオン化法  |

### 〈2002 年掲載 3 章 同位体比分析〉

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1. 同位体比の定義と標準    | 4. 同位体比を測るための分析法 |
| 2. 同位体比測定の精度と確度  | 5. 生元素の同位体比と環境化学 |
| 3. 同位体比を測るための前処理 | 6. 重元素の同位体比      |

### 〈2016 年掲載 4 章 精密同位体分析〉

- |                                    |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. 同位体分析の基本原理                      | 8. 小型加速器質量分析装置の進歩と環境・地球化学研究への応用       |
| 2. 表面電離型質量分析計の原理                   | 9. 二次イオン質量分析装置の原理                     |
| 3. 表面電離型質量分析計の特性とその応用              | 10. 二次イオン質量分析計を用いた高精度局所同位体比分析手法の開発と応用 |
| 4. ICP 質量分析法による高精度同位体分析の測定原理       | 11. 精密同位体分析のための標準物質                   |
| 5. マルチコレクター ICP 質量分析装置による金属安定同位体分析 | 12. 質量分析を用いた化合物同定における同位体情報の活用         |
| 6. 加速器質量分析装置の原理                    |                                       |
| 7. 加速器質量分析の応用                      |                                       |

なお『ぶんせき』掲載時から古いものでは 20 年が経過しており，執筆者の所属も含め現在の状況とは異なる内容を含む記事もありますが，『ぶんせき』掲載年を明記することで再録にともなう本文改稿を割愛しました。これらの点については，執筆者および読者の方々にご了承くださいたく，お願い申し上げます。