

## 実験室の作業環境測定と安全衛生

### 1 はじめに

作業環境測定とは、労働安全衛生法第二条において、「作業環境の実態を把握するため空気環境その他の作業環境について行うデザイン、サンプリング及び分析（解析を含む。）をいう」と定義されている。作業環境測定実施の目的は、作業環境中の有害因子の実態を把握し、有害因子の除去、または許容可能な程度まで低減させる、十分に低減できない場合は作業者に適切な保護具を着用させるといった、「作業者の健康障害を防止すること」である。例えば、作業者が健康障害を引き起こす化学物質を取り扱うことで室内空气中に化学物質が拡散し、その空気を呼吸によって体内に取り込み、代謝反応を経て排泄、または体内に蓄積される。この取り込み量が一定量を超えると健康障害が発生する。作業環境測定は、目に見えない空气中の化学物質量を数値で把握することで、科学的根拠に基づく安全確認を可能とする。健康障害を引き起こす有害因子として、化学物質、電離放射線、電磁波、有害光線、騒音、振動、高温・低温、高湿度等がある。本稿では、実験室において作業環境測定を受ける側の視点から、化学物質に関する作業環境測定への対応を中心に解説する。

### 2 作業環境測定実施の流れ

#### 2-1 作業環境測定対象物質の使用状況申告

管理部門などから実験室の管理責任者へ作業環境測定対象物質（以下、対象物質という）の使用状況調査が定期的に行われる。使用状況調査では、使用する対象物質、使用場所、使用頻度、使用量などが調査される。対象物質は、行政の立場から規制が妥当とされるものが指定され、2021年4月1日現在で106物質が指定されている。また、対象物質が入った密閉された容器を保管するだけの場所は作業環境測定実施対象外となるが、例えば、ホルムアルデヒドなど、常温でガス状の物質は容器からガスが漏れ出るおそれがあるため注意が必要である。某大学の標本保管室では、ホルムアルデヒド溶液が入った容器が複数保管されている部屋で、開放作業が無いにもかかわらず高濃度になっていた事例がある。常温でガス状となる物質を保管している場所がある場合は、開放する作業が無くても、この様な作業場で作業をしている者が居れば、測定の対象になる場合がある。

#### 2-2 作業環境測定実施

作業環境測定は、測定機材を室内に設置して定点で測定を行うA・B測定法と呼ばれるものと、作業者に個人

サンプラーを装着してもらい作業時間中の呼吸域濃度を測定するC・D測定法の2種類がある。どちらの測定法で実施するかは、衛生委員会等において選択される。なお、C・D測定法は作業環境測定法施行規則一部改正により令和3年4月1日に施行された新しい測定法であり、管理濃度の低い特定化学物質等の14物質と、塗装作業など化学物質の発散源が一定しない有機溶剤等を用いた作業に対して先行導入されている<sup>1)</sup>。ここでいう管理濃度とは、作業環境管理の良否を判断する際の指標で、学術団体が示すばく露限界や各国の定める基準等を参考に、作業環境管理技術の実用可能性を考慮して設定された基準値である。C・D測定法は先行導入の段階であるため、本稿では従来から実施されているA・B測定法について述べる。

#### 2-2-1 作業環境測定士への使用状況説明

作業環境測定を受ける際、作業環境測定士から作業状況のヒヤリングを受ける。対象物質を今どこで使っているか（これからどこで使うか）、その一連の取り扱い作業内容を作業環境測定士に説明する。一方で、実験室では複数の作業者が同時に様々なテーマの実験を行っている場合がある。実験室の測定対応者は、誰が、どこで、どのような操作を行っているかを事前に確認し、作業環境測定士に説明する。特に、一昼夜、反応にかける操作が行われている場合、作業者が不在にしていることがあるので注意する。この場合、氏名、主溶媒、使用量、使用温度、開始・終了予定時刻などのメモを設置している局所排気装置に掲示するようルール決めておくと、一時的に離籍した場合も作業内容を把握できる。

#### 2-2-2 作業環境測定はどのように実施されるか

A・B測定法について、A測定とは、測定エリアに縦横の平行線を引き、その交点を測定ポイントとする等間隔抽出法により無作為に測定ポイントが決定され、測定は1時間以上かけて行われる。これは室内濃度の時間変動を考慮したものである。また、作業環境測定は原則として連続した2作業日（2日間）で行うこととされている。これは、日によって作業強度（使用量など）が変わるといった日間変動を考慮したものである。しかし、2連続作業日で測定を行うことが困難な場合は、1日測定でも良いとされている。この場合は、測定値を統計評価する際、2日間測定時よりも大きな係数がかけられ、安全側に評価される。また、B測定は、A測定では捉えきれない高濃度の場所がある場合に恣意的に実施される。B測定は10分間行われ、多くが対象物質を使用し

表 1 作業環境測定評価結果に基づく措置

管理区分	作業環境の状態	対応措置
第一管理区分	当該作業単位作業場所のほとんどの場所（95%以上）で気中有害物質の濃度が管理濃度を超えない状態	現在の作業環境管理の維持に努める
第二管理区分	当該作業単位作業場所の気中有害物質の濃度の平均が管理濃度を超えない状態	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設、設備、作業工程、作業方法等の点検を行い、その結果に基づき、作業環境を改善するため必要な措置を講ずるよう努める</li> <li>改善措置内容を作業者に周知する</li> </ul>
第三管理区分	当該作業単位作業場所の気中有害物質の濃度の平均が管理濃度を超える状態	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業者に有効な呼吸用保護具を使用させる</li> <li>作業者の健康保持のために必要な措置（健康診断など）を講じる</li> <li>直ちに、施設、設備、作業工程、作業方法等の点検を行い、その結果に基づき、作業環境を改善するため必要な措置を講じ、第一管理区分又は第二管理区分としなければならない</li> <li>改善措置内容を作業者に周知する</li> </ul>

ている作業者のそばで行われるため、測定機材との接触に注意する。

### 3 作業環境測定結果の見方

作業環境測定結果により、測定対象物質が発生源からその周辺にどのように拡散しているか、室内のどの場所が高濃度になっているかを数値で知ることができる。また、測定値は対数正規分布を示すことから統計処理され<sup>2)</sup>、管理濃度と比較し、測定場所の管理区分が決まる。管理区分は3段階に評価され、管理区分に応じて必要な対策を講じる(表1)。対策は、有害物質の使用廃止、使用量削減、有害性の少ない物質への代替など、根本的で効果の高い対策を優先する<sup>3)</sup>。

作業環境測定結果は、ゼミやミーティングなどの機会を利用して、作業員全員に周知し、作業環境測定結果から注意すべき点が見いだせたならば、実験室の利用者全員で改善、安全な作業方法を確認するなど、一人ひとりが安全な作業環境を維持する意識付けに活用する。

## 4 作業環境測定改善事例

### 4.1 エバポレーターを使用した濃縮作業

#### 4.1.1 室内への排気

クロロホルムをエバポレーターで濃縮していたところ、エバポレーターからの排気をトラップ無しで室内に排気していたため、室内が高濃度に汚染され、第二管理区分となった。溶媒回収装置を設置、さらにその排気を局所排気装置内に排出するように改善した。

#### 4.1.2 排気用チューブの劣化破損

ジクロロメタンをエバポレーターで濃縮していた際、排気用チューブを局所排気装置内に引き入れて室内に拡散しないように措置していたが、作業環境測定の結果、第三管理区分となった。原因を調査したところ、チューブが長年の使用により硬化して割れ、蒸気が室内に拡散していた。チューブの硬化の進行状況や割れが無いか、定期点検表に追加した。

### 4.2 溶媒の入ったフラスコの放置

ドラフトチャンバー内で試料溶液を調整後、クロロホルム廃液の入った200 mL三角フラスコを開放状態で実験台上に放置していた。測定結果は第二管理区分となった。実験後の廃液は直ちに廃液タンクに回収することとした。

### 4.3 オープンカラムを用いた分離作業

ジクロロメタン400 mLを用いたカラム分離作業を実験台上で行っていた。測定結果は第三管理区分。局所排気装置内で行うよう作業手順を変更した。

### 4.4 使用後の容器から発散

局所排気装置内でベンゼン約100 mLを箱型容器に注ぎ、サンプルを湯煎する作業後、ベンゼンを瓶に回収し、紙で容器を拭き上げ、使用後の容器を実験台上の所定の位置へ戻した。測定結果は第二管理区分。ベンゼンで汚染された紙等は密封して廃棄し、使用後の容器は局所排気装置内で洗浄・乾燥してから所定の位置に戻すよう作業手順を見直した。

## 5 最後に

作業環境測定は、実験室の安全を見える化するための有効なツールである。社会のために日々、化学実験に励んでいる手を、化学物質のばく露による健康障害で止めてはならない。安全に安心して実験を行うためにも、作業環境測定を活用し、リスクを適切にコントロールすることを望む。

## 文 献

- 1) “デザイン・サンプリングの実務—C・D測定編—”, 日本作業環境測定協会, (2020).
- 2) 熊谷信二: “統計学の基礎から学ぶ作業環境評価・個人曝露評価”, (2013), (労働科学研究所).
- 3) “自社測定事業場における作業環境管理のための手引き～事業者、測定士への提言”, 日本作業環境測定協会, p.30 (2020).

[九州工業大学 青木隆昌]