

名古屋大学工学研究科における作業環境測定の実施

○佐藤絢子^{A)}、近藤一元^{B)}、齋藤彰^{A)}、松浪有高^{A)}

安達幸男^{B)}、高井章治^{B)}、宮嶋伸好^{A)}

^{A)}名古屋大学 全学技術センター工学系技術支援室 環境安全技術系

^{B)}名古屋大学 全学技術センター工学系技術支援室 分析・物質技術系

1 はじめに

平成 16 年（以下、元号省略）の国立大学の独立行政法人化により、大学の安全衛生管理は人事院規則から労働安全衛生法（安衛法）へと適用法令が移行した。安衛法第 65 条第 1 項により、事業者である大学は有機溶剤や特定化学物質等を使用する実験室において、年 2 回作業環境測定を実施することが義務付けられた。作業環境測定は衛生管理の基本的対策の 1 つである作業環境管理を遂行する上で、作業環境の状態を的確に把握するための重要な手段とされている。

名古屋大学工学研究科では、法人化前より作業環境測定の実施に向けた検討を重ね、16 年度から自社測定による作業環境測定を開始した。本稿では、工学研究科における自社測定体制の確立への歩みや、現在の実施状況について報告する。

2 自社測定による作業環境測定実施への歩み

2.1 現状の把握と簡易測定器（携帯型多成分大気分析計）による自社測定の開始

まず工学研究科では、実験室における有機溶剤及び特定化学物質の気中濃度を把握するため、測定対象物質の使用頻度が高いと思われるいくつかの化学系実験室において、外部測定機関による作業環境測定を実施した。その結果、測定した全実験室において、気中の有機溶剤濃度管理基準を十分に満たしていることが分かった。一方、作業環境測定を実施するにあたり、外部機関に委託するか、もしくは学内の職員によって独自に実施するか（自社測定）について検討を重ねた。測定対象となるすべての実験室の測定を外部機関に委託する場合、数千万円の費用が必要であるという試算結果から、自社測定で実施する方向で動き出した。

法人化へ移行した 16 年度前期の測定は、2 名の技術職員によって行われた。作業環境測定基準に示されたサンプリング及び分析のための必要機器が準備段階であったことから、携帯型多成分大気分析計（THERMO ELECRTON 製 MIRAN SapphIRe SL）を使用した測定を実施することとなった。この測定器は赤外線吸収スペクトルにより目的成分を定量するもので、測定後瞬時に結果を得ることができる。ただし、複数の物質を使用している実験室で測定した場合、その物質によっては吸収スペクトルが重複することにより実際の濃度よりも高く検出されてしまうという欠点がある。また、後にガスクロマトグラフによる併行測定を行い得られたデータを比較検討した結果、物質によって差はあるものの測定したすべての物質において簡易測定器での測定値が高濃度になることも判明した。つまり、今回使用した簡易型測定器によって得られた測定値が評価上問題ないレベルであれば、実際にはそれ以上に基準を満たしていることが予測できる。今回作業環境測定を実施した 82 室のうち 6 室が作業の改善が必要と判定されたが、このような理由により、適切な作業場であった可能性が高いと考えられる。

2.2 自社測定のため体制確立に向けた各種測定機器の導入

16年度後半に待望の水素イオン化検出器(FID)付きガスクロマトグラフ(ジーエルサイエンス製 GC-353B)が納入されたが、測定準備に時間を要したため、実際の使用は17年度前期の途中からとなった。ガスクロマトグラフ法は、ガス状の試料をHeやN₂等のキャリアガスに乗せてカラムに通すことにより試料中の成分を分離した後、検出器によって目的成分を検出する測定法である。FIDは水素炎中で試料をイオン化しその電流値を検出する装置で、揮発性有機化合物の測定に用いられる最も一般的な検出器である。ガスクロマトグラフの導入により、有機溶剤及び一部の特定化学物質の分析が作業環境測定基準に則って実施することが可能となった。

その後、18年度にはパルス放電光イオン検出器搭載のガスクロマトグラフ(ジーエルサイエンス製 GC-4000)を導入した。FIDでは分析が困難なクロロホルム等の塩素系有機化合物を高感度に検出することができる装置である。またこれと時期を同じくしてガスクロマトグラフ分析用オートサンプラーを設置した。この装置の導入によって夜間の連続自動分析が可能となり、作業効率を大幅に向上させることができた。

ガスクロマトグラフ分析の際には、まずガス流量やオープン温度等の測定条件を設定し、既知濃度の標準試料により各物質が示すピークの保持時間や面積を求め、既知の標準試料による検量線試料を作成する必要がある。標準試料の作成には当初真空瓶を用いた方法を採用していたが、19年度には校正用ガス調製装置(ガステック製 PD-1B-2)を導入し、より信頼性の高い標準試料の調製が可能となった。

3 現在の測定実施状況

3.1 作業環境測定の流れ

前期後期の測定共に、まず研究室に対して測定対象となる実験室及び測定対象物質の使用調査を行う。次にその結果に基づき、ガスクロマトグラフ分析における測定条件を決定し、測定物質ごとの検量線を作成する。サンプリングは実験室が稼働していると考えられる火曜～木曜の午後を中心に行い、採取後速やかに分析する。翌日以降にデータを解析し、後日報告書を作成するというのが一連の流れである。報告書は各研究室に送付され、第2もしくは第3管理区分と判定された場合には、早急に作業環境や作業工程の改善を行い、再測定の実施によって適切な作業環境になっていることを確認するようにしている。有機溶剤と一部の特定化学物質の分析にはガスクロマトグラフを使用しているが、その他の物質については吸光光度計や検知管を使用する。

21年度前期は3名の職員が標準試料の調製及び検量線の作成に携わり、サンプリングには7名の職員がローテーションを組んで行った。データの解析及び報告書は、それぞれ2名の職員で分担した。

3.2 作業環境測定士の資格取得

自社測定での作業環境測定体制を整備していく上で、職員の資格取得もまた重要な課題である。作業環境測定法第3条第1項において、事業者は、有機溶剤、特定化学物質等を取り扱う指定作業場において作業環境測定を行うときは、その使用する作業環境測定士にこれを実施させなければならないとされている。作業環境測定士は、作業環境測定の業務であるデザイン・サンプリング、分析のすべてを行える第1種作業環境測定士と、デザイン・サンプリング及び簡易測定器による分析業務のみ従事できる第2種作業環境測定士の2種類がある。試験は第1種が年1回、第2種が年2回しか実施されず、また、第1種・第2種ともに試験合格後、登録講習機関による講習を修了しなければ作業環境測定士としての登録を受けることができない

め、資格取得にはある程度の時間が必要となる。法人化当初2名の技術職員によって自社測定を開始したが、その翌年には4名が加わり、各々の職員が資格取得に向けて日々努力を重ねてきた。現在、作業環境測定業務に従事している7名すべての技術職員が、第1種または第2種作業環境測定士の資格を保有している。

3.3 21年前期における実施状況と結果

21年度前期の作業環境測定は、有機溶剤12物質、特定化学物質2物質について、合計84の実験室において実施された。具体的な測定物質は表1のとおりである。

測定の結果、ほとんどの実験室が第1管理区分（作業環境管理が適切）であると判定されたが、1室のみクロロホルムに関して第2管理区分（作業環境管理になお改善の余地がある）となった。この実験室では早急に作業環境及び作業方法の見直しを行い、後日再測定を実施して第1管理区分であることを確認した。

表1. 21年度前期における作業環境測定物質

○有機溶剤（12物質）

アセトン, ノルマルヘキサン, クロロホルム,
メタノール, エチルエーテル, 酢酸エチル,
テトラヒドロフラン, トルエン, ジクロルメタン
キシレン, 四塩化炭素, 二硫化炭素

○特定化学物質（2物質）

ベンゼン, フッ化水素

3.4 有機則一部除外申請による作業環境測定の免除

有機溶剤中毒予防規則第3条において、消費する有機溶剤等の量が常態として、又は常に許容消費量を超えない場合、所轄労働基準監督署長に適用除外申請し認定を受けることで、健康診断や作業環境測定等、一定の期間ごとに行なうべき措置が免除されると規定されている。管理濃度が高く設定されている物質(アセトンやメタノール等)を微量しか使用していない場合、管理濃度を十分クリアすることは必至であること、またそれら実験室の作業環境測定が免除されることにより財政上の負担を軽減することができることから、名古屋大学では17年度より全学を対象として適用除外申請に関する取り組みを実施している。現在、工学研究科における全実験室のうち、70室が適用除外の認定を受けている。

4 今後の課題

4.1 管理濃度の改正や測定物質の増加に対応できる分析精度の確保

作業環境測定の管理濃度や評価基準は頻繁に改正されるため、それに随時対応できる分析精度を確保しなければならない。21年度における主な改正としては、ホルムアルデヒドが正式に測定対象物質として追加されたこと、クロロホルム、トルエン、テトラヒドロフラン等の管理濃度が厳しい値へと変更されたことが挙げられる。今後も有害物質等の人体への影響に関する研究が進められることにより、より厳しい測定基準へと改正されていくことが予想される。より低濃度の分析ができるような測定条件を模索する一方、作業環境測定に関する政府の動きにも常に注目して日々の測定を行わなければならない。

また、測定物質の増加に対する最適な測定条件についても検討していく必要がある。ガスクロマトグラフでは保持時間により物質を定性するため、分析するためには検出ピーク間の分離度を十分確保することが重要である。21年度前期は13物質を分析したが、後期は21物質と大幅に増加したため、カラムの選定、ガス流量、昇温速度など、様々な測定条件の見直しを行った。測定物質に合わせた最適な分析ができるよう、今後も検討を重ねていきたいと考えている。

近年、分析機関では管理濃度の改正や多成分同時分析に対応するために、ガスクロマトグラフ質量分析計を用いて分析するところが増えているという。財政的に非常に困難ではあるが、現状の分析機器を最大限に生かした分析精度の向上を目指すとともに、新しい分析装置の導入も視野に置いて作業環境測定に取り組む必要がある。

4.2 自社測定の利点を生かした作業環境測定の実施に向けて

2.1 で述べたように、工学研究科では財政的な問題を理由として自社測定を開始したが、自社測定がもたらすメリットはその他にも存在する。まず、研究室の都合に応じた適切なサンプリングが実現できるという利点がある。大学のように数百もある実験室を外部機関に委託する場合、数ヶ月前に決められたスケジュールのもとサンプリングが行われるため、「誰もいない」、あるいは「作業をしていない」状況等、不適切な条件においてサンプリングが行われる確率が高くなると予想される。次に、サンプリング後速やかに分析を開始することにより、信頼性の高い分析結果を得ることができるという点である。多くの分析機関及び自社測定で用いられているサンプリング用テドラーバッグは、有機溶剤蒸気の吸着や透過性が全くないわけではないため、サンプリングから分析に至るまでの保存期間をできるだけ短くすることが重要であると考えられている。また、測定結果により作業環境の改善が必要となった場合、自社測定であれば作業環境の見直した後、速やかに再測定を実施して適切な作業環境であることを確認することができるという点も大きな利点である。

以上のように、自社測定で作業環境測定を行うことは、実験室の作業環境を適正に把握するという面において十分意義があると言える。今後は、自社測定の利点を生かした新たな安全衛生管理の取り組みについて検討を進めていきたいと考えている。例えば、現在作業環境測定業務に従事している技術職員のほぼすべてが衛生工学衛生管理者の有資格者であることから、サンプリングの時間に合わせた安全衛生巡視や有害物質の取扱い指導等が実施可能であると考えられる。自社測定による作業環境測定を起点とした新たな安全衛生活動の取り組みによって、実験室及び研究室における教職員や学生の健康を確保し、より安全で快適な研究教育環境の提供を目指していきたいと思う。

参考文献

- [1] 宮嶋 伸好、他、“工学部における作業環境測定の現状と課題”、第 2 回名古屋大学技術研修会報告集、平成 18 年 3 月
- [2] 近藤 一元、宮嶋 伸好、“ガスクロマトグラフィーと簡易的な大気分析計による作業環境測定”、第 1 回名古屋大学技術研修会報告集、平成 17 年 3 月
- [3] 宮嶋 伸好、“有機溶剤および特定化学物質作業環境測定”、平成 19 年 6 月
- [4] 中央労働災害防止協会編、「労働衛生のしおり 平成 20 年度」、平成 20 年 8 月