

5. まとめ

今回の実態把握調査は、その目的のとおり、研究機関等においては、作業環境測定対象物質を少量・多品種、短時間、不定期に使用する等、一般の工場等の作業態様とは異なる部分が多い。このため、従来の作業環境測定の実施及びその結果に基づく評価による手法が、適切な作業環境管理に活用できていないのではないかとという懸念が指摘されていたことを受け、昨年度の大学対象とした実態把握調査に引き続き、実際の作業場において過去に行政委託事業で検討された個人サンプラーを用いた測定方法の適用可能性を検討するため、従来の作業環境測定を併行して実施する比較調査等により、研究機関等の化学物質管理のあり方について検討したものである。

この検討において、作業環境測定と個人ばく露測定の位置づけ、関係は平成 22 年から平成 25 年度まで厚生労働省が調査した「作業環境における個人ばく露測定に関する実証的検証事業」では、次のとおりとなっており、このような前提の下、実態把握調査を実施したものである。

[以下枠内「作業環境における個人ばく露測定に関する実証的検証事業報告書等」より抜粋]

1. 実態を把握するためには

作業者が呼吸する空気中の有害物質の濃度を調べる

- (1) 作業環境（場）の測定
- (2) 作業者の個人ばく露濃度の測定

2. わが国の作業環境測定の考え方

- (1) 作業環境が良好であれば、そこで働く作業者の曝露も低いと考えられる
- (2) 作業場全体の濃度分布が把握できるので、改善に結び付けやすい
- (3) 忖意が入らない客観的な環境状態が把握できる（A 測定の場合）
- (4) 比較的機械的に作業環境の評価ができる

3. 作業環境測定の問題点

- (1) 作業者は測定点の位置で作業するわけではない
- (2) 作業者は 1 日中測定時と同じ作業をするわけではない
- (3) 作業環境濃度と作業者のばく露濃度は同じとは限らない
- (4) 屋外作業、臨時作業等には適していない

4. 個人ばく露濃度の測定

- (1) 作業者に個人サンプラーをつけて、サンプリングする
- (2) 作業時間中（原則 8 時間）の作業者の呼吸域の濃度を測定する(TWA の測定)
- (3) 測定結果をばく露限界値（許容濃度）と比較する
- (4) $\text{リスク} = \text{ハザード} \times \text{ばく露量}$ で表されるので、リスクの見積もりにはばく露量（濃度）が必要

5. ばく露測定のポイント

- (1) 8 時間の測定が難しい
- (2) 8 時間連続で同じ作業がない
- (3) ばく露を受けるのは一部の作業のみ
- (4) 1 日のうちでいろいろな作業があり、それぞれ異なった物質に曝露される
- (5) 一時的には高濃度ばく露の可能性はあるが、TWA や STEL を超えていない
このような場合のばく露評価は？

6. 欧米のばく露管理の考え方

- (1) 作業者が有害物に曝露されないことが基本
- (2) ばく露濃度を正確に把握することが重要
しかし、環境濃度はばく露濃度を正確に反映しない。定点測定を用いる場合、個人ばく露測定と同等にばく露を反映できることを証明する必要がある(NIOSH, 1977)

7. 欧米のばく露評価方法の特長

- (1) 作業者のばく露濃度を測定することにより、作業環境管理、作業管理を行う
- (2) 作業時間を通してのばく露濃度が把握できる
- (3) リスクに応じて測定頻度が異なる
- (4) 曝露が低いと判断される場合は、プロセスや作業内容の変更がなければ測定する必要がない

8. 基本情報の収集(収集すべき情報)

- (1) 作業場にどのような有害因子（物理、化学、生物因子）が存在するか？
- (2) 環境因子に過剰に曝露された場合に、どのような健康影響が考えられるか？
- (3) 存在する有害因子のばく露限界値は？
- (4) プロセス、操作、業務内容等で重要なばく露要因は？
- (5) 対策がなされているか？また、それを利用しているか？

9. まとめ

- (1) 定点（場）の濃度と個人ばく露濃度は一般には同じではない
- (2) 作業環境測定は作業環境管理のためツールであり、リスク評価には個人ばく露が適している
- (3) 個人ばく露の評価基準はばく露限界値（許容濃度）である。ばく露限界値の設定には条件があるので、測定もそれに合わせるのが原則。（たとえば TLV-TWA は、8時間ばく露が基準となる）
- (4) 個人ばく露測定は欧米では一般的であるが、わが国では規定がないため、決められた方法はない。特に、評価に関してはさらなる検討が必要である

以上を前提に、この度、実態把握調査を実施した結果から次のとおり確認できた。

(1) 測定手法について

① デザイン

作業環境測定は、有害物質の発散状況及び労働者の行動範囲等を考慮して作業環境測定の対象となる範囲を、層別化して設定（A 測定の場合）する。一方、個人ばく露測定は、同等ばく露グループ（SEG）分けすることにより層別化する。このようなことから、いずれも、作業環境及び作業管理に必要な客観的なデータを得られるものである。

ただし、作業者が1日中測定時と同じ作業態様が継続するわけではないとした時、例えば、ひとつの作業場所の中で、取り扱う有害物質の気中濃度の空間変動、時間変動等が著しい場合、作業環境測定では、それぞれの作業態様ごとに異なる単位作業場所を設定して、作業環境測定を実施するものと考えられる。しかしながら、作業態様が多数存在し、特に短い時間内で変化していくような状況では、作業環境測定を実施する適切なタイミングを測ることが難しい。一方、個人ばく露測定の場合、作業態様が著しく変化していったとしても、作業時間中に取り扱った有害物質のばく露量を計測するものであるため、比較的、柔軟な対応が可能ではあるが、同等ばく露グループが多数存在する場合は対応が難しい。

② サンプルング

作業環境濃度と作業者のばく露濃度は同じとは限らないと考えられており、昨年度の大学対象の調査においては、一部、B 測定結果が 15 分ばく露濃度より低い結果が認められ、B 測定が作業者の有害物質のばく露濃度をとらえ切れていないのではないかと考えられる結果が得られた。このため、今年度の本調査において、

B測定に関しては、従来の定点測定ではなく、個人に試料採取装置を装着して測定を実施した。その結果は、15分間ばく露濃度と近似した結果が得られた。

このようなことから、例えば移動作業においてB測定を実施する際は、試料採取装置を個人に装着して実施することにより、よりの確に、有害物質の濃度が最も高くなる時間とその作業位置における気中有害物質の濃度の把握ができると考えられた。

このような測定は、この度の実態把握調査においては事業者、作業者の理解のもとで比較的容易に実施できたものである。しかしながら、現実には、その測定時に作業者に試料採取装置(特にアクティブサンプラー)を取り付けることは、作業の中断を余儀なくすることから、作業環境測定機関が、事業場に赴き測定を実施する際は、理解を得られずに、B測定における試料採取を、従来の定点測定に、特に移動作業の場合には、作業環境測定士が試料採取装置を持ち、作業者に追従して行っている現実がある。したがって、的確な有害物質のばく露状況を把握するために必要ということであれば、事業者や作業者に対し、その目的について十分な説明を行い、作業の中断という一時的なデメリットにより本来の目的が損なわれないように、理解を得ることが必要である。

また、この度の実態把握調査においてはガス状である有害物質が対象であったことから、アクティブサンプラーを用いたにも拘わらず、小型軽量の吸引ポンプを使用できたため、個人装着した際の負荷(主として作業の妨害になる大きさや重量)の問題は、作業者からは、ほとんど聞かれなかった。

しかしながら、例えば鉱物性粉じんが測定対象物質である場合、試料採取装置等は、比較的、大きな形状であり、重量もあること等から、作業者への負荷に注意が必要になる場合がある。

また、同じ作業場で有害物を取り扱わない作業をする作業者が存在し、その作業者に試料採取装置を取り付けていない場合、当該作業者のばく露は不明である。仮に有害物を取り扱っている作業者のばく露が低くても、有害物の発散状況により、その周辺における有害物の気中濃度が高くなることが考えられる場合、その作業者に対しても個人ばく露測定を実施することが望ましい。ただし、このような点は、ドラフト内作業等によりばく露を抑えている作業場は問題ないと考えられる。

(2) 評価方法について

原則として作業環境測定におけるA測定の開始から終了までは、作業時間、取扱い量に関わらず、1時間以上とすることと行政通達で定めているが、この理由は、1日の作業中の有害物質の時間変動を加味した測定値を得るためである。しかしながら、例えば作業時間が短く、かつ、その後の作業が無く、作業者が単位作業場所内に不在となってしまうような場合、当該有害物質の取扱量と物性にも

よるが、殆どの場合、有害物質の気中濃度は作業終了後、急激に減衰すると思われる。このような作業場では、1時間以上の測定をすることで、過度な濃度変動が加味された結果となる可能性が有ることに留意する必要がある。このような作業場においては、8時間ばく露荷重平均濃度を測定した場合、有害物質を取り扱う作業時間1時間中のばく露量に対して、作業がない7時間も含まれるものとなるため、得られる評価値は、A測定におけるそれより低くなることが推測される。

このようなことは、作業環境気中濃度による評価と個人ばく露濃度による評価の考え方の違いから起こり得ることであり、個人ばく露評価としては、8時間ばく露荷重平均値を的確にとらえた評価であるものとする。この度の実態把握調査においても、これらに当てはまると思われる結果が得られている。

また、作業環境測定は、上記(1)でも述べたとおり、一日の内あるいは連続した作業日で、同じ作業態様が続く作業場であれば、1時間以上のA測定で問題なく対応できるが、そうでなければ、それぞれの作業態様ごとに層別化して単位作業場所や測定時間を設定することになり、煩雑である。例えば、1日の中の短い時間間隔で取り扱う有害物質が変わり、これと併せて作業が変わる場合は、各々の単位作業場所を設定することができるとしても、各々のA測定およびB測定の開始のタイミングを計ることは困難であり、現実には対応が難しい。

一方、個人ばく露測定は、原則、8時間ばく露荷重平均値を求めするため、作業者にサンプラーを8時間装着してもらうことになる。しかしながら、この度の実態把握調査で採用した評価方法は、平成25年度に厚生労働省の委託事業として中央労働災害防止協会が実施した「作業環境における個人ばく露測定に関する実証的検証事業」で検証された方法に基づいたもので、比較的、作業者、測定者共に負担の少ない方法となった。具体的には、作業時間(ばく露)が1時間だけであれば、その時間帯のみ測定を行い、8時間ばく露荷重平均を求めるというデータ整理を行った。この評価方法は、有害物質にばく露する作業時間が1時間だけといった比較的単純な作業形態の場合は、適切なサンプリング時間の設定が容易く、合理的かつ、有効に運用できる。しかし、作業形態が比較的複雑な場合には、適切なサンプリング時間の設定がなされなければ、1日の作業時間中の有害物質のばく露量を正しく反映しないものになることに留意が必要である。

このようにいずれも適切な層別化とタイミングで測定を実施することにより作業環境の管理・改善に結びつく情報を得るとともに作業管理・改善に係る情報を得ることができるものである。作業環境測定については作業場所、作業時間等について層別化し、個人ばく露測定については作業者について層別化し、得られた複数のデータから統計処理をしているものである。

この度の実態把握調査で得られたデータから、作業環境評価は、作業環境評価基準に基づき実施した。また、個人ばく露測定の評価は、4.1(4)のとおり、同等

ばく露グループ分けにより層別化した個人ばく露測定により得られた測定値を用いて統計的な処理を行い、評価を行うことから、作業環境評価同様、測定値そのものと指標を単純比較するものではなく、その考え方等は、両評価ともそれぞれ妥当なものと考えられた。なお、参考として、日本産業衛生学会技術部会「個人ばく露測定のガイドライン」に示されている「ばく露区分を6区分にする考え方」に基づき、作業環境測定におけるA測定結果及び8時間ばく露測定と短時間ばく露測定の結果について評価した結果を併記した。

実際に、この度の対象となった作業場については、作業環境評価結果と個人ばく露評価との相関性が認められた。このようなことから実態把握調査における作業環境及び個人ばく露評価ともに、適切な評価が行えたものとする。

(3) 総括

この度、研究機関においては多くの場合、有害物質の取り扱い時間が短く、取扱量も少ない状況であった。その中での調査結果では、気中有害物質の濃度も定量下限に満たない測定値が多く、評価結果も自ずと第1管理区分になるものであった。このような状況においては、当然ながら、作業環境気中濃度もばく露濃度も低いという結果であった。これは研究機関に限るものではないが、仮に継続して良好な評価(例えば、この度の実態把握調査において活用した6区分評価で1Aや1Bまでが継続する状況)であれば、法令上の特例措置等を活用していくことが望まれる。具体的には、局所排気装置等に代わる多様な発散防止抑制措置の導入や検知管方式による測定等の特例許可制度である。なお、特例許可制度では、作業環境測定の方法の簡易化というメリットが与えられるものであるが、更に、測定頻度を軽減することも、今後、検討していくべきではないかと考えられた。

この度の実態把握調査結果からは、作業環境測定又は個人ばく露測定のいずれを作業環境管理、作業管理のためのツールとしても差し支えないと判断できる結果であった。作業環境測定は、一定の物質や作業を対象とした法定測定なので、定められた頻度、方法により実施しなければならないが、法定範囲外の有害物質の管理を行うには、作業環境測定はもとより、個人ばく露測定も、事業場の作業態様に合わせてリスクを評価する有効なツールとなりうると思う。また、法定範囲内の有害物質であっても作業環境測定とは別に、必要に応じて個人ばく露測定を実施することが、より合理的な化学物質管理につながるものと考えられる。特に、個人ばく露測定に関しては、従来から作業環境測定による対応がなじまない屋外作業や、臨時作業(作業態様が多種多様な場合も含む)における対応が比較的柔軟にできると考えられる。

なお、個人ばく露測定を実施する場合のコストに関連して、実態把握調査において行ったタイムスタディ記録については、測定者、被作業員共に負荷が大きいものと考えられているが、現実の個人ばく露測定においてどのように取り扱うか

について検討する必要がある。例えば、リスクが低いことが予め予測できているような場合は、タイムスタディは実施しないが、リスクが高いことが予測される場合や仮に8時間ばく露測定結果に問題が認められたとき、8時間のうち、いつ、ばく露が高いのか把握するといった目的のため、タイムスタディを実施することが考えられる。事前のデザインにおいて作業態様を十分に把握し、必要な範囲で記録を取るによりタイムスタディに活用することも考えられる。

上記の点を整理するには、さらに第2管理区分、第3管理区分という結果になるような場合の作業環境測定結果に基づく評価と個人ばく露測定結果に基づく評価の結果の実態把握データが必要であり、今後、更なる情報収集により得られた結果を検討することが望まれる。そのうえで、さらなる整理を進めることで研究機関を含む事業場における適切な作業環境管理の進め方を示すことができるものである。

以上

実態把握調査時の聞き取り調査結果一覧(別紙)

企業	対象作業場	区分	性別	作業等概要			保護具等活用状況					取り扱時に注意、懸念している点	作業環境測定等の認識			教育		個人サンプラーについて	作業環境測定についての意見
				作業概要	作業時間、頻度等	主として使用していた化学物質	白衣・作業着等	保護メガネ	手袋	マスク	その他		安衛法の理解	測定の義務付け	測定の有効性について	有害作業の認識	SDS活用状況		
A	実験室3F	管理者兼作業員	男	有機溶媒を用いた脱着作業	1時間/日、不定期	二硫化炭素	○	○	○	○	-	ドラフトでの使用、手につかないようにする。吸い込まないようにする。	◎	◎	◎	◎	◎	軽量で気にならなかった。作業中に自分のせいで止まったりしていないか気になった。	なし
B	aエリア及びbエリア	作業員	女	装置への有機溶媒の補充	1~2回/日、毎日実施	ジクロロメタン、N,N-ジメチルホルムアミド	○	○	○	○	-	取りこぼしや器具の破損に気を付けている。	◎	◎	◎	◎	◎	特に違和感はなかったがベストを着用させられたので白衣胸ポケットからペンを取り出しにくかった。	なし
C	No.2、No.8、No.9ドラフト作業場	作業員	男	有機溶媒の取り出しと装置への導入	不定期	テトラヒドロフラン	○	○	○	○	帽子	ドラフトでの使用、手につかないように注意する。	◎	◎	◎	◎	◎	特に問題なし	局排を設置して性能要件を満たしており、測定結果も継続して良好であるので、測定頻度の軽減措置が有ると良い。(管理者意見)
	Dドラフト作業場	作業員	女	有機溶媒の秤量、装置への設置(導入)	不定期	ジクロロメタン	○	○	○	○	帽子	ドラフトでの使用、手につかないように注意する。	◎	◎	◎	◎	◎	特に問題なし	
D	MIBK及びクロロホルム取扱い作業場	管理者兼作業員	女	有機溶媒を用いた分注作業	1回/2週間	メチルイソブチルケトン、クロロホルム	○	-	-	-	-	適宜、マスクやゴーグルを着用している。	◎	◎	◎	◎	◎	ほとんど邪魔にならなかった。想定していた範囲内であった。	継続して管理区分が良いにもかかわらず、半年に1回定期測定を要する点
E	THF取扱い作業場	作業員	男	液体クロマトグラフ分析作業	1~20回/日	テトラヒドロフラン	○	○	○	-	-	化学物質の性質(物理、化学、生理医学的性質、被液、ばく露対策等)	◎	◎	◎	◎	◎	3つのポンプを装着した時は、多少の重さを感じたがそれほどでもない。	なし
	クロロホルム取扱い作業場	作業員	男	リサイクル分取GPC作業	1h/1日	クロロホルム	○	○	○	○	-	吸引、被液をさけるように努めている。	◎	◎	◎	◎	◎	特に気になることはなかった。	なし
F	クロロホルム取扱い作業場	管理者兼作業員	男	有機溶媒を用いた脱着作業	1回/1日、不定期	クロロホルム	○	-	○	○	-	手につかないように注意する。吸い込まないように気をつけている。	◎	◎	◎	◎	◎	特になし	なし
G	メチルイソブチルケトン取扱い作業場	作業員	女	分析のための前処理	1~2回/月	メチルイソブチルケトン	○	○	○	○	前かけ	新しい物質に対してSDSの確認	◎	◎	◎	◎	◎	特に問題なかった。	同一作業員が一日の内で、場所を変えて様々な物質を取り扱う作業を行うため、場の管理より、個人ばく露による管理の方が実施しやすい。(管理者意見)
	アセトン取扱い作業場	作業員	男	粉体混合	1~2回/月	アセトン	○	○	○	○	-	飛散することのないように気を付けている。	◎	◎	◎	◎	◎	重さはあまり感じなかった。有害物質を取り扱う作業時間が短いので、その時間だけの装着では問題無いが、その他の時間も含めて1日中装着する場合、課題が生じる懸念有り。	不定期の作業なので作業環境測定を実施する際、タイミングが難しい。
H	アセトン取扱い作業場	作業員	女	有機溶媒を用いた洗浄作業	1~2回/月	アセトン	○	○	○	-	-	ドラフトでの使用、手に付かないこと、目に入らないこと	◎	◎	◎	◎	◎	それほど邪魔にならなかった。ただし、作業着以外の装備(例えば作業道具を身につけるためのポケット付ベストをすでに着ていた場合)をした作業場の場合は、個人サンプラーのベストを用いた装着は難しいのではと感じた。	定常作業以外は定期的な作業環境測定の実施日時の調整が困難である。(管理者意見)
	ノルマルヘキサン取扱い作業場	作業員	女	有機溶媒を用いた抽出作業	2~3回/週	ノルマルヘキサン	○	○	○	-	-	ドラフトでの使用、手に付かないこと、目に入らないこと	◎	◎	◎	◎	◎	それほど邪魔にならなかった。	

◎:良く理解している
 ○:理解している
 △:詳しくは知らない
 ×:知らない

