

特殊健診における生物学的モニタリングの現状と課題 —第82回日本産業衛生学会 シンポジウム報告—

労働衛生検査精度向上研究会顧問
佐賀大学医学部 社会医学講座
教授 市場 正良

1. シンポジウムの目的

鉛、有機溶剤特殊健康診断に生物学的モニタリングが導入され20年となる。現在、鉛取扱作業者では血中鉛、尿中デルタアミノレブリン酸の測定が、また有機溶剤取扱作業者では、トルエンの尿中馬尿酸、キシレンの尿中メチル馬尿酸、スチレンの尿中マンデル酸、ノルマルヘキサンの尿中2,5-ヘキサンジオン、ジメチルホルムアミドの尿中メチルホルムアミド、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1,1,1 トリクロロエタンの尿中トリクロロ酢酸、総三塩化物の測定が行われている。そして、厚生労働省からそれらの値の分布区分も決められている。過去20年間の全衛連会員機関における鉛、有機溶剤健診の生物学的モニタリング検査の実施状況を図1に示す。その分布区分を見てみると、平成19年の厚生労働省の報告によると、分布1の割合は、最も少ない馬尿酸で92.9%、最も多いデルタアミノレブリン酸、2,5-ヘキサンジオンで99.5%であった¹⁾。

生物学的モニタリングの導入は、従来の問診主体の健康診断と比べ早期の健康リスクが評価できる方法として、たいへん期待されたものであった。しかし、現状はどうであろうか。この

間の運用上の問題点を討論するため、平成21年5月に福岡で行われた第82回日本産業衛生学会において「特殊健診における生物学的モニタリングの現状と課題」と題するシンポジウムを、労働衛生検査精度向上研究会および日本産業衛生学会生物学的モニタリング・バイオ

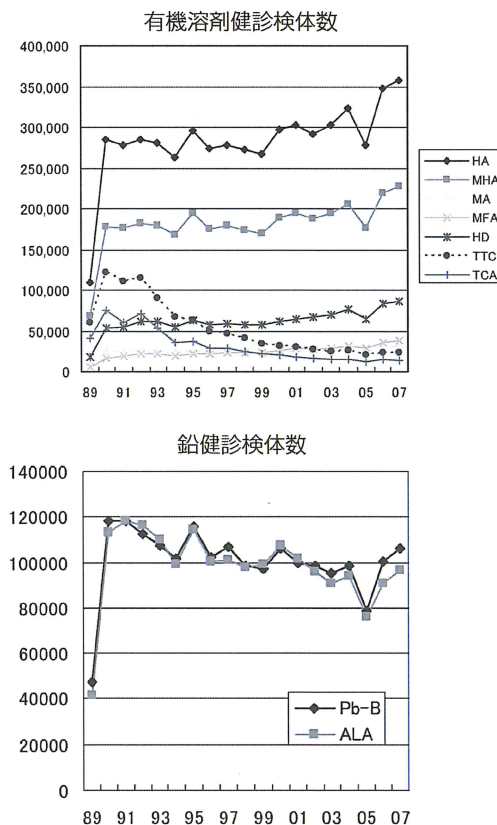


図1 生物学的モニタリング検査検体数

メーカー研究会、有機溶剤中毒研究会の協力で企画した²⁾。

現状の生物学的モニタリング検体の流れを考えると、図2のようになる。そこで、それぞれの立場から5名の演者をお願いした。健診実施主体の健診機関から、生物学的モニタリング検査の取組状況と問題提起をしていただく。健診機関で集められた検体は多くの場合、検査機関に送られ分析される。そこで分析する検査機関からの取組状況、特に精度管理の現状と課題を提起していただく。健診を依頼し結果を利用する産業医からも、取り組みと問題点を報告していただく。生物学的モニタリングと作業環境測定とは本来一緒に評価すべきものであるが、その現状はどうかを作業環境測定士から提案していただく。最後に行政から今後の展望として、生物学的モニタリングはその対象物質を他の有機溶剤あるいは特定化学物質に拡大させていくのか、などを紹介して頂いた。座長は筆者と金村氏（SRL）が努めた。以下に各演者の発表内容をまとめた。

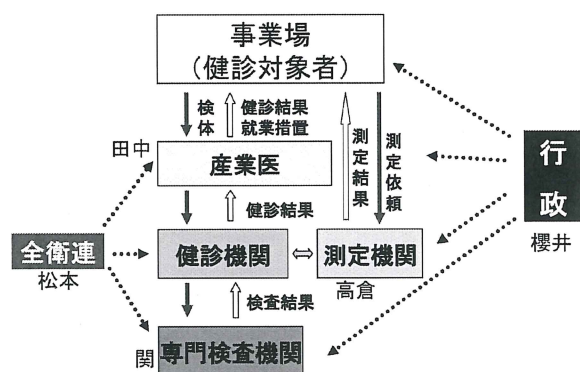


図2 特殊健診 生物学的モニタリング検体の流れ

2. 健診機関から見た現状と課題

松本 勝（全国労働衛生団体連合会）

まず始めに、健診機関における生物学的モニタリング検査の取組の現状と課題について、全衛連の松本部長から紹介頂いた。

全衛連では、会員施設（156施設）の生物学的モニタリング検査精度向上のため労働衛生検査精度管理調査を行なっている³⁾。方法として、測定を自施設で実施している機関へ試料を送付する（直接参加）場合と、検体を検査機関へ送付する場合（間接参加）の二つの方法がある。

当初は、直接参加機関が75施設であったのが、年々減少し、検査数の多い項目は自施設で測定を行い、少検体数の項目は検査機関へ再委託しているのが現状である。平成19年の調査結果では血中鉛、尿中デルタアミノレブリン酸は、それぞれ91.0、90.5%の健診機関が検査機関に外部委託を行っている。有機溶剤では、尿中馬尿酸86.1%、尿中メチル馬尿酸86.1%、尿中マンデル酸85.8%、尿中2,5-ヘキサジオン94.5%、尿中総三塩化物93.6%、尿中トリクロル酢酸92.8%が検査機関に外部委託されている。

生物学的モニタリング結果と作業測定結果については、相互の連携が必要であることから、全衛連傘下の登録作業環境測定機関へアンケートを行った。結果は、以下のようにまとめられた。

- ① 鉛則による対象作業場は年々減少し、かつ低濃度ばく露の作業場が多くなった。
- ② 有機則による対象作業場はやや増加しているものの使用溶剤の遍歴がみられる。
- ③ 受託している作業環境測定のうち特殊健康診断を併せて受託しているのは約50%である。

- ④ 検体検査の結果、各検査項目で分布区分 1 が 92～99%となり、「法令遵守」だけの事務的な労働衛生管理を行うようになっている。
- ⑤ 労働衛生検査の結果集計（労働基準監督署への報告様式）と様式の作成は、95%健診機関が行っている。
- ⑥ 依頼先である事業場では、作業環境測定部門と特殊健診実施部門とは別の管理であり、データの共有などのシステムはなく、また産業医のいない事業場が多い。
- ⑦ 作業環境測定を行う際、労働衛生検査の結果はほとんど参照されていない。
- ⑧ 生物学的モニタリングと作業環境測定とは本来一体で評価すべきものであるが、産業医としては十分活用されていない。
- ⑨ モニタリングの義務付けがない物質の環境濃度が高いところは未だに多く、特殊健診の結果と作業環境測定結果が乖離する事例もある
- ⑩ 有害物質による健康障害に対する関心が徐々に薄れており、特殊健診の有効性を再認識しモニタリングのあり方を見直すべき時期である。

以上のように、検査が健診機関から検査機関に外注され、作業環境測定との連携も十分ではないという現状であった。

3. 検査機関から見た現状と課題

関 顕（労働衛生検査精度向上研究会）

そこで、検査を依頼される検査機関から見た現状と課題はどうであろうか。労働衛生検査精度向上研究会 関代表から、特に分析精度の向上に関する取り組みと検査機関から見た問題点をまとめていただいた。

規則改正の翌平成2年に生物学的モニタリング検査の分析精度向上を目的に検査機関（衛生

検査所）6社で「労働衛生検査精度向上研究会」が発足した。主な活動は、①検査機関間の分析精度の確認と改善のために定期的に未知検体を配布・分析するクロスチェックの実施、②分析法に関する技術情報の発表・投稿、③全衛連主催労働衛生検査講習会（技術向上研修会）への講師派遣等である。特にクロスチェックの結果については、定期的に「労働衛生管理」に投稿しており、これまでの取り組みのまとめは前号で報告している⁴⁾。

外部精度管理調査から見た分析精度を見てみると、全衛連主催の精度管理および労働衛生検査精度向上研究会が実施しているクロスチェック結果では、検査機関間の分析値の変動係数（CV%）は各項目ともこの20年間で小さくなり分析精度が良好であることが分かる。

また検査機関では内部精度管理にも努めており、現在、多くの検査機関が、国際規格ISO 15189の認定を取得している。ISO 15189では、分析工程の内部精度管理だけでなく、検体の採取から結果報告までの分析全工程の精度管理に加え、組織の管理運営を含めた「品質マネジメントシステム」の構築が要求されている。分析工程以外の変動要因として、分析前では検体採取手順、検体搬送が、分析後では、分析結果管理、検体保管等が重要である。

しかし、事業場や健診機関がかかわる分析前工程には、まだ課題もある。有機溶剤代謝物は、その半減期を考慮し、作業終了時というように検体採取時期が決められている。平成19年全衛連調査によれば、43%の機関が、検体を随時採取しているという結果であった。また、約半数の機関で検体採取直後の尿は室温保存であり、対象成分の分解も心配される。

労働衛生検査精度向上研究会では、クロスチェックの実施を通じて分析法の標準化、分析

値の互換性の維持管理など多くの取り組みを今後も実践し、さらに、受診者、健診機関、検査機関と連携を含めた総合的な精度管理：品質マネジメントシステムの観点からの分析値の変動要因を抑え、分析精度の維持・向上に努めていくということであった。

4. 産業医から見た現状と課題

田中雅人（トヨタ自動車九州）

ここで、企業での取組例を見てみる。トヨタ自動車九州㈱の田中産業医から、実際に特殊健診に関わる産業医の立場からの意見を頂いた。

自動車製造における有機溶剤の使用は、自動車ボデー外板やバンパーなどの樹脂製部品の吹付け塗装や静電塗装に使用する塗料やシンナーとしての用途が大半であるが、ウインドウガラスの取り付けやファイバーコート植毛加工等で接着剤として使用される。その他、ハイブリットユニットのステータのワニス含浸処理、少量では、製品の洗浄やマーキング、排水の水質分析のための溶媒等でも使用されている。

トヨタ自動車九州では、生物学的モニタリングとして、尿中馬尿酸、メチル馬尿酸、マンデル酸、2,5-ヘキサジオンを測定している。対象者の把握のため、健診実施前に、各部署の管理監督者に、従業員の有機溶剤取扱作業への従事の有無と使用溶剤について一斉に調査を実施している。最新の作業環境測定結果の要約も各部署に送付し、対象選定の参考情報としている。特殊健診は一般健診と同時に実施されるが、尿中代謝物検査は、健診とは別日で、有機溶剤取扱日の作業終了時に尿を採取している。

特殊健診結果と、作業環境測定結果の乖離がみられることは多く、対応・対策も個別に進めている。有機溶剤尿中代謝物が分布2以上と

なった事例（殆どが馬尿酸）では、作業環境測定結果では第1管理区分となっており、個別に作業条件を調査すると、保護具の使用方法が適切でないと考えられるケースがあった。防毒マスクのフィットテストを行っておらず、マスクと顔が密着していなかったり、面体が老朽化して密着しなくなっていたりするケースもある。その他、手袋の未着用により手指への有機溶剤の付着がみられる場合もある。作業管理上の指導を実施するが、殆どのケースで分布2以上が持続することはなく、有機溶剤が吸入あるいは経皮吸収された結果によるものかどうかは明確でないことが多い。いずれも有機溶剤に関連する自覚症状や他覚所見を伴っていないことが殆どである。

変異原性、発がん性、生殖毒性のように短期的には顕在化せずとも、中・長期的には大きな健康リスクをもたらすようなばく露を減らすためには、リスクそのものを判断するためのばく露情報を得るために、生物学的モニタリングや作業条件の調査が重要と思われる。一方、皮膚・眼刺激性、呼吸器・皮膚感作性は、作業者も自覚するかたちで、比較的短期に健康障害が顕在化し、国民の30%が免疫アレルギー疾患を有する昨今、産業現場においては問題化しやすい。健康リスクを判断するために、作業者側の皮膚・眼・呼吸器等の脆弱性を考慮する必要があると思われるが、これらは一般健康診断の範疇であり、特殊健康診断の判定には考慮されにくい。リスク管理が十分でないことにより発生する健康障害を早期に発見するための項目として自覚症状があるが、これらの健康障害を顕在化させないような特殊健康診断の健診項目について検討が望まれる。

5. 作業環境測定士からの提案

高倉敏行

(高倉労働衛生コンサルタント事務所)

このように事業場でも、健診と測定の乖離が見られている。作業環境測定士の視点から、生物学的モニタリングの現状と課題を長年にわたり企業での取組経験がある高倉労働衛生コンサルタント事務所の高倉所長から紹介頂いた。

今日の産業界では使用化学物質及び作業形態の多様化により、作業者の有害物ばく露状況も大きく変化している。これらに対応すべき労働衛生管理をよりの確に実施するには、できるだけ多くの情報を集め、それらを解析することにより、問題点を明らかにしていくことが必要となる。また、厚生労働省が勧めている化学物質のリスクアセスメントを実施するにも重要となる。特にそういう点では有害物質に関する作業環境測定結果と生物学的モニタリングの結果を一体として評価することが重要となる。

作業環境測定結果も特殊健康診断結果も良好で問題がない場合は、その作業場は良好な労働衛生管理がなされていると判断される。逆に両結果とも問題ありと出た場合は、その要因を推定し、改善（設備改善や作業者への保護具着用指導等）や労働衛生管理体制の見直し等が必要となる。しかし、時として作業環境測定結果と生物学的モニタリング結果が同様な結果が出な

いケースがある。表1にまとめた。

事業場において生物学的モニタリング結果報告書と作業環境測定結果報告書を相互的にみることができる立場の方はその事業所の産業医と保健師、看護師だと思われ、これらの情報を解析して専門的な立場から意見を述べることにより、事業所の労働衛生管理はレベルアップしていくものとする。また、作業環境測定士は生物学的モニタリングの結果にも目を通し、作業環境測定が的確にデザインされ実施するように努め、場合によっては個人ばく露濃度測定等も実施する必要があると考える。

6. 行政的な取り組みの動向

櫻井治彦（中央労働災害防止協会）

最後に、中災防 労働衛生調査分析センター 櫻井顧問からは、生物学的モニタリングの考え方のまとめと行政的な取り組みの動向を紹介頂いた。

特殊健診項目は、物質の毒性に関する知見や健診技術の進歩などに対応して、ある程度の期間ごとに見直されるべきものである。厚生労働省は平成14年度以降、2次にわたり中災防に調査研究を委託し、20年4月からは、省令改正のための検討会を行った。

特殊健診は一般に、職場の有害要因による健康障害の早期発見のために行われると考えられ

表1 作業環境測定結果と生物学的モニタリング結果の乖離例

作業環境測定結果	生物学的モニタリング結果	例
良好 (○)	問題あり (×)	手指等に有害物が付着している（経口摂取） 局排フード内に在る有害物を素手で取り扱っている（皮膚吸収） 局排フード内に顔を入れて作業をしている 作業環境測定実施手法の不適
不適 (×)	問題なし (○)	作業者は保護具を着用して作業している 生物学モニタリング検体採取タイミングの不適 使用物質と異なる生物学的モニタリングの実施

ているが、これは目的の一部に過ぎない。その主要な目的は、労働者のリスクを低減することである。作業環境管理、作業管理を行うことによりリスクは低減するが、それらのみではリスクを十分に低くできないことが多い。そこで、残存するリスクに対応するために、特殊健診が行われる。特殊健診の主な目的は健康障害の早期発見のみではなく、労働者個人ごとのリスクの低減、すなわちばく露の低減にあることを念頭におく必要がある。

鉛則、有機則や特化則が義務化された当初は、これら化学物質による健康障害も多く発生しており、早期発見のための特殊健診という位置付けは納得できるものであった。その後環境改善が進むにつれて、明らかな健康障害が起こることは少なくなり、特殊健診の早期発見としての意義は少なくなった。非特異的な症候を見逃さず的確に診断することは困難であるし、症候が無くとも潜在的な健康負担、あるいは、職業がんなどの健康障害の後年における発生につながるばく露があり得ることなどを考えると、特殊健診の重点が、障害の早期発見から、ばく露の評価へとシフトしたのは当然のことである。その表れが鉛則と有機則における生物学的モニタリングの必須健診項目への採用であった。しかし、重要性が高いが、実施できる物質が限定される点が弱点である。

今後の方向性としては、健診項目として、出来る限り多く採用されることが望ましいことは明らかであるが、下記の5つの条件をある程度満たすものについては健診項目として採用することが望ましいとされた。

- ① 作業に起因する生体内への取り込み量に定量的に対応する測定値が得られる。
- ② 分析試料の採取、運搬などに特別の問題がない。

③ 生物学的モニタリングを採用することにより、健康障害の予防をより確実に行える。

④ 健康リスクの有無、又は程度を判断できる基準値がある。

⑤ 予想される健康障害予防の成果に比較して、手間や費用が大き過ぎない。

今回の見直しにあたり、当面必須項目として新たに採用する方向で検討されているのは、血液中カドミウム、及び尿中3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタンの測定である。今後、生物学的モニタリングを活用していくためには、上記の条件に合うような方法確立していくことが望まれる。

また、リスク管理の精度を高めるためには、作業者ごとのばく露評価を目的とする健診項目として、全ての物質について「作業条件の簡易な調査」を対象者全員に実施することが必要と考えられた。これにより、産業医や健診実施機関の医師等が健診時に個人ばく露の概要を知ることができ、健診結果の判定に際してきわめて有用な情報となる。また、作業環境管理、労働者に対する指導、あるいは追加の健診項目の選択等に役立てることができる。「作業条件の簡易な調査」の欄を健康診断個人票に設け、医師が問診により聞き取ることとした⁵⁾。

有害化学物質を取り扱う全ての労働者について、ばく露情報を得る方法としては、「作業条件の簡易な調査」が重要であることは明らかであろう。更に、詳細なばく露状況調査の方法としては、個人ばく露濃度の測定も効果的と考えられる。それに付け加えて、生物学的モニタリングを活用するのが、今後のあるべき姿と考えられる。

今後の研究の方向性としては、出来るだけ多くの物質について、生物学的モニタリングの方法と判定基準を確立することが求められる。ま

た中・長期的なばく露指標として利用できる生物学的モニタリングの開発も重要である。これらが満たされると、行政的対応として取り入れられ易くなるであろう。

7. 座長のまとめ

特殊健診に生物学的モニタリングが導入され20年となる。筆者はこの10年、労働衛生検査精度向上研究会で検査機関の精度管理の取り組みに関わっている。この取り組みの中で、生物学的モニタリングに関わる方達の議論の場を作りたいと考えていた。今回、全衛連、労働衛生検査精度向上研究会の協力により実現した。また学会関係者、演者の皆様には感謝いたします。

この20年で、作業環境は改善され、労働者のばく露が減ってきたことは事実であろう。しかし、生物学的モニタリング検査には、まだいくつかの問題が残っていることも明らかとなった。分析の精度は確かに向上している。これは、検体の多くが大手の検査機関に集まり、これらの検査機関が精度向上のための努力を続けている結果である。この点で労働衛生検査精度向上研究会の役割は大きい。

しかし、検査機関として関与できない検体採取時の取り決めが守られていない問題がある。血糖や脂質検査のように、食事制限等を守らなければ、悪い値が出で困る場合と違い、モニタリングの場合は最適な採取時間でなければ、むしろ良い値が出て問題に気がつかない場合もある。事業場や産業医、健診機関に誰が、いかに教育すべきか。全衛連は健診機関に対する指導はしている。しかし、健診機関にとっては、客

である事業場に強く指導できないということもある。尿の採取だけを別の日時に行うことは、手間と時間、経費の問題もある。作業環境測定との関係も、古くから指摘されているが、未だに解決できていない。その意味で、まだニッケル、砒素健診だけであるが、1次健診に「作業条件の簡易な調査」が導入されたことは、注目される。

今後、生物学的モニタリング項目が増えていくかは、事業場の経費負担の問題もあり、すぐにはいえないであろう。しかし、研究者は新しいモニタリング指標の開発に努力していかなければならない。7月にトルエンの管理濃度も下がり、馬尿酸の意味づけも難しくなってくる。採取時間を厳密に考えなくても良い慢性的なばく露指標の開発も重要であろう。今後とも、これらの問題を議論する機会を作っていくべきと考える。

< 参考文献 >

- 1) 平成19年健康診断結果について、厚生労働省労働基準局安全衛生部労働衛生課、労働衛生管理 19(3), 7-12, 2008
- 2) 第82回日本産業衛生学会プログラム・CD-ROM 版講演集、日本産業衛生学会 2009
- 3) 平成20年度(第22回)労働衛生検査精度管理調査の実施結果について、圓藤吟二、労働衛生管理 20(2), 17-26, 2008
- 4) 労働衛生検査精度向上研究会活動報告(20年間の活動)、関 顯、労働衛生管理 20(2), 27-31, 2008
- 5) ニッケル化合物に係る特殊健康診断の実施のためのガイドライン、砒素及びその化合物に係る特殊健康診断の実施のためのガイドライン 厚生労働省労働基準局安全衛生部労働衛生課、<http://www.hourei.mhlw.go.jp/hourei/doc/tsuchi/2005K210325001.pdf>