

個人ばく露測定 —作業環境管理と作業管理の基本ツール—

熊谷 信二 (元・産業医科大学)



印刷労働者に多発した胆管がん

最近10年間で、労働安全衛生法（安衛法）に基づく職場の化学物質対策の基本的な考え方が大きく変わってきている。すなわち、事業者による化学物質の自律的管理の導入である。その発端となったのは、2012年に大阪市内の印刷会社において、従業員（元従業員を含む）に胆管がんが多発していることが発覚した事件である（文献1）。当時、大きな社会問題になり、2013年には、厚生労働省の検討会が、「本件事業場で発生した胆管がんは、1,2-ジクロロプロパン（1,2-DCP）に長期間、高濃度ばく露したことが原因で発症した蓋然性が極めて高い」と結論し（文献2）、17名全員が労働基準監督署により労災として認定された。その後2014年には、安衛法違反により、事業者と同社が大阪区検から略式起訴され、罰金刑が確定している。

同社では、その後も新規の胆管がん患者が発生し、2023年末までに累計22名となっている（文献3）。1,2-DCPの使用時期は1987年から2006年までであるが、発がん物質には潜伏期間があるため、使用中止後も患者が発生しているのである。

なお、当時1,2-DCPは法的規制物質ではなかったが、2013年に特定化学物質（第2類物質・特別管理物質）に指定されている。

有害性情報に基づく災害予防

1,2-DCPがヒトに胆管がんを発症させることは、この事件以前は知られていなかった。しかし1,2-DCPに肝毒性があることは、以前から動物実験により明らかにされていた。また、ヒトにおける中毒事例も報告されていた。

例えば、1986年に公表されたU.S. NTPの報告書（文献4）によると、マウスへの1,2-DCPの103週間わたる経口投与実験において、投与量に関連した肝細胞腺腫・がん腫の増加が見られており、発がん性があると判断されている。ヒトの中毒事例としては、例えば、1985年に公表された論文（文献5）において、1,2-DCPを60%含有する洗剤2Lで、6時間の床掃除を行った55歳の女性が重篤な肝不全を引き起こしたことが報告されている。また、1977年発行の産業中毒便覧（文献6）には、「毒性は四塩化炭素より強く、動物をばく露した場合、しばしば内臓のうっ血、肝臓の脂肪変性ないし壊死、腎臓の変化、心臓の変化が観察される」と記されている。

以上のように、1,2-DCPばく露によるヒトでの発がん事例はなかったとしても、動物実験での発がんやヒトでの中毒事例が1980年代までには既に報告されており、

また国内でも、約50年前に、肝臓、腎臓、心臓への影響を指摘する書籍が流通していたのである。仮に、同社が、これらの情報に基づいて、適切な対策を実施していれば、これほど多数の被災者は発生しなかったと考えられる。したがって、法的規制がない化学物質であっても、使用する場合は、その物質の毒性情報を調べ、その情報に基づき、労働者のばく露防止対策を実施することが求められる。人は生きるために、あるいは生きがいを求めて働いている。それなのに、仕事が原因で病気になるとすれば、あまりにも悲しい。そのような災害を防止することは事業者の責務なのである（安衛法第3条、第22条）。

個人ばく露測定的重要性

こうした災害を繰り返さないためには、労働者の化学物質ばく露を健康障害のリスクが十分低いレベルに管理することが必要である。そのためには、実際に労働者が吸入している空気中の化学物質濃度を把握することが重要であり、その基本となる手法が個人ばく露測定である。

従来のA測定・B測定（以下、AB測定）と個人ばく露測定を同じ作業場において同時に実施した場合に、2つの測定結果がどのような関係になるかについては多くの調査が行われている。例えば、表1（文献7）は、各管理区分ごとに作業者の個人ばく露濃度が管理濃度を超える割合を示しているが、第1管理区分では3.5～11.0%の労働者が管理濃度を超えている。つまり「よく管理されている」と判断される第1管理区分においても、個人ばく露濃度が管理濃度を超える労働者が少数ではあるが存在していることがわかる。

このように、2つの測定による評価は完全には一致しない。それはこれらの測定がそれぞれ別の役割を持っているためである。AB測定は、作業場内の化学物質濃度の分布や高濃度となる場所を把握できる点が優れている。一方、個人ばく露測定は、呼吸域の化学物質濃度を把握できるため、現在の職場環境で働くことによる健康障害のリスクの程度を確認できる。

表1. 個人ばく露濃度が管理濃度を超える作業者の割合

	第1管理区分	第2管理区分	第3管理区分
有害物質	3.5%	26.6%	65.9%
有機溶剤	4.0%	12.8%	36.5%
鉛	11.0%	21.4%	30.0%

文献7より

個人ばく露測定の事後措置

ところで、わが国では、「AB測定 = 作業環境管理のための測定」「個人ばく露測定 = 作業管理のための測定」という考え方が用いられてきた。実際、教科書的書籍（文献8）にもそのような記載がある。このため、個人ばく露濃度が基準を超えていれば、呼吸保護具で対応するという雰囲気があったように思う。しかし、個人ばく露測定であっても、対策の優先順位は、①作業環境管理、②作業管理である。

最近、厚労省は、これまでAB測定一辺倒であった法定測定に、様々なバージョンの個人ばく露測定を導入してきている。すなわち、③CD測定（筆者は個人ばく露測定の範疇に入ると考えている）、⑤溶接ヒューム測定、⑥リスクアセスメントにおける確認測定である。これらの法定測定では、事後措置の優先順位は、①作業環境管理、②作業管理とされており、個人ばく露測定の結果に基づいて、まず作業環境管理を実施し、必要に応じて作業管理を行うという考え方が採用されている。なお、新たに導入された第三管理区分測定における呼吸域測定も個人ばく露測定の一つであるが、これは作業環境管理では十分な改善ができない場合に実施する測定なので、事後措置は作業管理となっている。

個人ばく露測定に基づく作業環境改善

個人ばく露測定を基に、作業環境改善を実施した事例を紹介する（文献7）。合金の原料である金属粉末とパラフィンのアセトン中で混合してスラリー状にし、造粒機に投入して粒状にする作業である（図1）。作業者は、④スラリー投入、⑤造粒機の洗浄、⑥洗浄液からの上澄み液の回収の3作業においてアセトンにばく露される。この作業者のアセトンばく露状況を把握するため、襟元に活性炭管を装着し全勤務時間の平均ばく露濃度を測定した。測定結果を図2に示す。当初、アセトンばく露濃度は日本産業衛生学会の勧告する許容濃度（200ppm）の4～6倍であった。

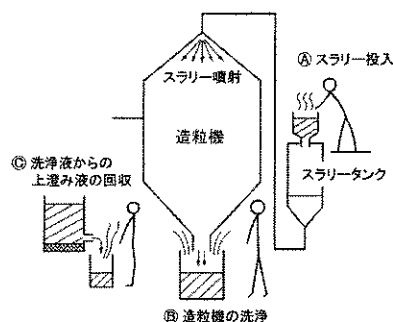


図1 合金製造工場でのアセトンばく露作業
（文献7より）

そこで、アセトンばく露のある上記の3作業のために、囲い式あるいは外付式の局所排気装置を設置した（作業環境管理）。これによりアセトンばく露濃度は半減したが、まだ許容濃度を超えていた（図2の1988～89年）。作業を観察したところ、アセトンを床にこぼすなどが見られたため、作業を丁寧にするよう指導した（作業管理）。その結果、アセトンばく露濃度は徐々に低下し、許容濃度前後にまでなった（図2の1990年以降）。

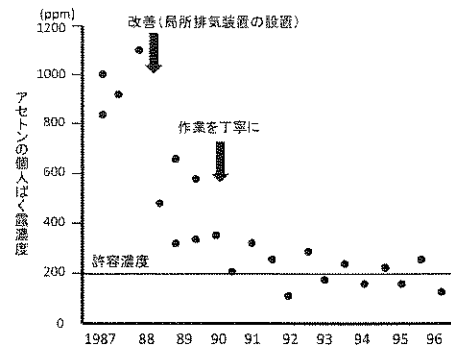


図2 合金製造工場でのアセトンの個人ばく露濃度の推移
（文献7より）

本事例からも、個人ばく露測定が作業環境管理と作業管理を遂行するための基本ツールであることがわかる。上記のように、AB測定と個人ばく露測定はそれぞれ長所を持っている。これら2つの測定を適切に選択して職場環境を監視し、労働災害が発生しない職場を作り上げることが、事業者に求められている。

個人ばく露測定の法的定義への違和感

欧米では、呼吸域の気中化学物質濃度の測定（呼吸域測定）が、すなわち「個人ばく露測定」であり、筆者もそのように理解している。ところが、2025年に作業環境測定法が改訂されて、第2条第3号で「個人ばく露測定」を「作業環境測定のうち、作業環境における労働者の有害な因子へのばく露の程度を把握するために行うものをいう」と法的に定義した。このため、第三管理区分測定として行うAB測定は個人ばく露測定に含めるといのが法的解釈とのことである（文献9）。第三管理区分測定では、呼吸域測定あるいはCD測定を行うことが望ましいが、技術的に困難なために、AB測定により代替するわけなので、そのこと自体には問題はないが、従来からの「場の測定」との位置づけを変更する必要はないはずであるし、その方がわかりやすい。

このような個人ばく露測定の法的概念の規定により、職場の化学物質濃度測定について議論する場面で、「個人ばく露測定」という用語が何を指しているかを明確にしないと議論できなくなった。つまり日本の法的概念としての「個人ばく露測定」なのか、呼吸域測定としての「個人ばく露測定」なのかである。特に海外の方と話をする時に、日本の法的概念が欧米の概念とは異なるために、意思疎通が困難になるのではないかと危惧している。また本稿を書いている、どこまで正確に書けばよいかに苦労している。

参考文献

1. Kumagai S, et al. Occup Environ Med 2013; 70: 508-510.
2. 印刷事業場で発生した胆管がんの業務外上に関する検討会。同検討会報告書。2013.
3. Kubo S, et al. Ind Health 2025; 63, 254-264.
4. NTP (National Toxicology Program). NTP Technical Report 263. 1986.
5. Pozzi C, et al. Br J Ind Med 1985; 42: 770-772.
6. 後藤桐ら編集。52 塩化プロピレン。産業中毒便覧（第1版）。医歯薬出版1977: 607-608.
7. 熊谷信二。統計学の基礎から学ぶ作業環境評価・個人ばく露評価。2023: 200-201. <https://www.isl.or.jp/service/publishing/book/>
8. 中央災害防止協会。衛生管理（上）第1種用。2022: 124.
9. 日本作業環境測定協会。作業環境測定士のための個人ばく露測定テキスト。同協会 2026: 11-16.