

パッシブサンプリング法を用いた化学物質の個人ばく露評価技術の開発と応用

独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
化学物質情報管理研究センター 生体防御評価研究室／ばく露評価研究部

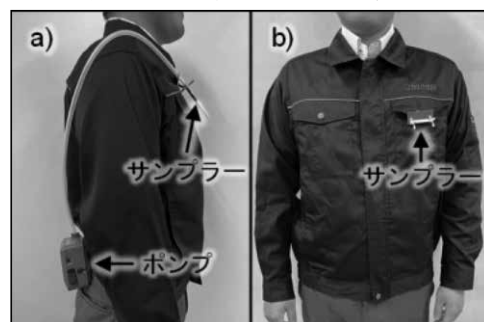
● 王 齊

塗装、印刷、洗浄、接着など多くの作業現場では有機溶剤をはじめとする化学物質が日常的に使用され産業活動を支えています。そのなかでも、有機溶剤の多くは揮発性有機化合物（VOCs）であり、一部のVOCsは神経障害や発がん性など健康への影響を及ぼすことが知られています。労働者の健康を守るためには、作業中の化学物質へのばく露を適切に把握することが重要です。近年は化学物質の自律的な管理が進められ、個人ばく露評価の重要性が高まっています。

従来、個人ばく露測定には、ポンプを用いて一定流量の空気を吸引するアクティブサンプリング法（図1a）が広く用いられています。しかし、ポンプや電源が必要であることから、重量や装着性の面で制約があり、作業者の負担となるだけでなく、作業の妨げになる場合があります。また、災害や事故など、短時間に複数人を測定する必要がある状況では適用が難しい場合があります。これに対し、分子拡散を利用して化学物質を捕集するパッシブサンプリング法（図1b）は、電源やポンプを必要とせず、小型・軽量で装着が容易であることから、個人ばく露評価への応用が期待されています。しかし、パッシブサンプリング法には課題もあります。空気中の濃度を正しく求めるためには、サンプラーが化学物質を捕集する速さを表す「サンプリングレート（Sampling Rate）」が必要ですが、多くの化学物質ではその値が十分に整備されていません。また、温度、湿度、風速などの環境条件によって測定値が変化する可能性も指摘されています。

そこで、ISO 16107（※1）に規定された試験条件を

図1. 個人ばく露測定法（a: アクティブ法, b: パッシブ法）



満たす、ばく露チャンバー内で数十種類のVOCsを対象にパッシブサンプラーの性能を評価するとともに、サンプリングレートに影響を及ぼす要因を体系的に検討しました。風速、湿度、温度およびVOCs濃度を精密に制御し、ISO 16107に準拠した条件で評価を行いました。

その結果、ISO 16107が規定する条件の範囲では安定したサンプリングレートが得られ、一般的な作業環境では実用上十分な精度を有することが確認されました。また、化学物質の分子構造からサンプリングレートを推算する手法についても検討し、より多くの化学物質へ適用できる可能性を示しました。^{1),2)}

現在は、一般の作業環境や災害・事故時の評価への適用を目指し、パッシブサンプリング法を用いた個人ばく露評価の研究を進めています。今後は、パッシブサンプラーを活用した個人ばく露評価の精緻化を図るとともに、より多くの化学物質に対応した評価技術を整備し、簡便で信頼性の高い個人ばく露評価法を確立することで、化学物質による健康障害の予防と安全な労働環境づくりに貢献したいと考えています。

（※1）ISO 16107とは、職場の条件（風速、湿度、温度、大気圧、分析物の変動）の観点からサンプラーの性能を評価する方法を指定したもの。

参考資料

- 1) Omagari R, Wang Q, Kai Y, Noro K, Tokumura M, Fukushima Y, Suzuki Y, Miyake Y, Amagai T. Development of a novel chamber for evaluating the performance of passive air samplers according to ISO 16107. Air Quality, Atmosphere & Health, 17:857-864 (2024).
- 2) 王齊, 雨谷敬史, 三宅祐一, 作業環境及び災害・事故時に利用可能な揮発性有機化合物の個人曝露評価手法. 地球環境, 28 (2), 155-162 (2023).