

原著論文

拡散型サンプラーにおける 理論的捕集速度の算出法の検討

光崎 純¹, 中井里史¹, 白砂裕一郎², 平野耕一郎²

[受付 2005.11.11] [受理 2006.2.7]

Theoretical Determination of the Sampling Rates of Diffusion Samplers for Volatile Organic Compounds

Jun KOHZAKI¹, Satoshi NAKAI¹, Yuichiro SHIRASUNA² and Koichiro HIRANO²

[Received November 11, 2005] [Accepted February 7, 2006]

要 旨

室内空気質の測定において、拡散型サンプリングは安価で簡便な試料採取法である。しかし、拡散型サンプラーは、各物質の捕集速度を実験や文献等から得ておく必要があり、捕集速度のない物質については濃度の算出が出来ない。また捕集速度の値は文献によって異なっていることもあり、どの値を信頼すべきかどうにかについてはわからない。本研究では、Volatile Organic Compounds 捕集用拡散型サンプラーの捕集速度をサンプラーの構造と物質の物理特性からFickの拡散第一則に従った算出方法について検討した。拡散型サンプラーの捕集速度を算出するために必要な値である拡散面積、拡散距離は、サンプラーの構造を詳細に観察し計測した。拡散係数は、物質の物理特性から推算式を利用して算出した。得られた値から、室内での発生が確認されている代表的な物質であるベンゼン、トルエン、キシレン(BTX)の3物質における捕集速度を各種のサンプラーについて算出した。そして、既知濃度のガスが安定に発生できる蒸気拡散法を用いBTXガスを発生させ、曝露実験による捕集速度を各種のサンプラーについて求めた。得られた拡散理論による捕集速度と曝露実験による捕集速度を比較した結果、一部のサンプラーを除いて良好に一致することが分かった。以上から、本法は共通の捕集速度算出法として十分に利用可能であると考えられる。

Abstract

Diffusive sampling is a cheap and simple method for measuring indoor air quality. The method requires a material sampling rate (SR) for each target pollutant. Usually, SRs are obtained from literature or a comparative experiment between active and passive sampling. However, the literature does not contain an SR for all compounds, and performing experiments to determine SRs can be burdensome. In this study, we tried to calculate SRs based on the diffusion theory, using the structure of samplers and material's physical properties. Nine types of diffusive sampler for volatile organic compounds (VOCs) marketed in Japan were examined. The SRs for benzene, toluene, and xylene were calculated using Fick's first law of diffusion. The diffusion area and length of each sampler were measured accurately using an electron microscope. The diffusion coefficient was calculated from the material's molecular structure using Fujita's Equation. The SRs were also determined experimentally with the vapor diffusion method, which can generate the reference gases stably. Each reference gas for VOCs with a given concentration was introduced into a 350 L chamber, and each sampler was exposed in the chamber over a designated period. The SRs derived based on the diffusion theory were almost the same as the experimental SRs for most samplers and for most substances. Thus, accurate calculation of SRs for VOCs based on the diffusion theory seems possible without the need to perform experimental measurements.

Key words: diffusion sampler, sampling rate, diffusion theory, VOC