

1C1) 실내공기질 측정 전체 과정에 대한 숙련도 시험 Proficiency Test for Indoor VOC Measurement

허귀석 · 유연미 · 김미연 · 우진춘 · 최윤남¹⁾ · 이진홍¹⁾
 한국표준과학연구원 환경그룹, ¹⁾충남대학교 환경공학과

1. 서 론

실내 환경오염으로 인한 인체 유해물질의 노출이 심각한 사회적 문제로 대두되고 있어 이의 효율적인 관리를 위해서는 신뢰성 있는 측정관리가 필요하다. 실내 공기오염에 대한 체계적인 관리를 위해서는 실내공기 오염에 대한 정확한 측정이 뒷받침 되어야 한다. 이를 위해서는 국내 실내공기오염 측정기관의 측정 신뢰성 확보가 매우 중요하며, 이 기관들의 측정신뢰성 확보를 위한 숙련도 시험이 매우 중요하다. 실내에서 발생되고 있는 여러 종류의 유해오염물질은 매우 극미량의 농도에서 인체에 유해성을 나타낸다. 이를 정확하게 측정하기 위해서는 시료채취부터 분석까지의 측정과정의 전반적인 측정관리가 필요하다. 측정관리는 측정 전체 과정의 불확도 평가(ISO, 1993; 소현영 등, 2001)를 통해서 이루어질 수 있다. 이를 위해서 본 연구에서는 기존의 숙련도 시험과는 달리 시료 채취부터 측정 전과정을 포함하는 숙련도 시험을 수행하였다.

2. 연구 방법

숙련도 시료는 6종(benzene, toluene, ethylbenzene, m-xylene, styrene, o-xylene)의 성분이 포함된 umol/mol 실린더 CRM을 회석하여 제조하였다. 숙련도 시료의 기준시료로서 nmol/mol 캐니스터 CRM을 제조하여 사용하였다. 캐니스터 CRM은 실린더 CRM처럼 gas gravimetry법에 의해서 제조하였다(ISO, 1994; 허귀석 등, 2008). 숙련도 시료는 동적회석법에 의해서 캐니스터에 제조(농도 수준 100nmol/mol)한 후 기준시료로서 검정하였다(허귀석 등, 2008). 숙련도 시험 참가기관은 캐니스터 시료를 측정하기 전에 캐니스터 내의 가스상 시료를 테들라백으로 옮긴 후 즉시 시료를 실내공기질 측정 공정시험방법에 따라 채취한 후 분석하게 하였다. 이러한 방법으로 숙련도 평가를 시료 채취부터 분석까지의 전과정을 평가하였다. 숙련도 실시는 2007년 10월부터 한달간 9개 기관이 참여하여 진행되었다. 캐니스터 시료를 테들라백으로 옮기는 과정에서의 농도 변화 없음을 다음과 같이 검증하였다. 테들라백에 제조된 표준가스를 다른 테들라백으로 옮겨 농도 변화를 확인한 결과 농도 변화가 일어나지 않았다. 숙련도 참가기관은 시료 채취 및 분석 전 과정의 상세한 실험 조건을 기술하게 하였다. 시료 채취조건, 분석 blank 시험 결과, 검정곡선 결과, 표준시료, 세부적 분석 조건에 대한 기술과 전체 측정 과정의 불확도 평가 방법과 내용을 제출하게 하였다. 숙련도 시험의 평가는 En값으로 하였다. 본 평가에서는 다른 숙련도 평가와는 달리 숙련도 시료의 기준 값(국가 표준에 소급)과 불확도를 알고 있고, 참가기관도 측정값과 불확도를 보고하고 있으므로 En에 의한 평가가 가능하였다.

$$En = \frac{x - X}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

|En| ≤ 1 : 만족 , |En| > 1 : 불만족

x : 참가시험기관의 측정값

X : 설정값(평균 또는 중위수)

U_{lab} : 참가자들의 시험결과와 불확도

U_{ref} : 기준시험소의 설정값의 불확도

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 실내 VOC 측정의 신뢰도 제고를 위하여 실내 VOC 측정기관간의 숙련도 시험을 수행하였

다. 보다 신뢰성 있는 평가를 위해서 국내외에서 처음으로 시료채취부터 분석까지 전 측정과정의 숙련도를 평가하는 기법을 개발하여 숙련도 평가를 하였다. 숙련도 시험에서 참여한 9개 기관중에서 2개의 기관이 모든 VOC 성분에 대해서 $|En| \leq 1$ 로 만족 판정을 받았고, 2개 기관이 모든 성분에서 $|En| \leq 1$ 을 만족시키지 못하였다. En 값은 불확도를 크게 보고하면 낮아지는 문제점이 있어 이를 보완한 점수 평가법을 적용하였다. 점수로 산정한 결과를 살펴보면 En값에서 모두 만족 평가를 받은 2개 기관 중 1개 기관만이 90점 이상을 획득하였고, 나머지 1개 기관은 6개 성분 중 한 성분에서만 90점 이상을 획득하였다. 9개 기관 중 3개 기관이 모든 성분에서 90점 미만으로 단 하나의 성분도 만족스러운 결과를 도출하지 못하였다. 문제의 기관들은 표준물질에 대한 관리가 잘 이루어지지 않고 있으며(표준물질 농도의 부정확성), 시료의 관리, 측정시스템의 관리, 측정방법의 미숙, 데이터 처리의 오류의 문제가 측정 신뢰성 향상을 위해 개선해야할 주요 문제로 파악되었다. 실내공기질 관리법에 의하여 현재 모든 주거공간의 실내 공기질 평가가 이루어지고 있는데, 정확한 실내공기질 오염 측정이 되기 위해서는 이러한 숙련도 시험을 통하여 측정기관의 측정 능력 평가 및 관리가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

Table 1. En value of indoor VOC proficiency test.

Participating Lab. Compounds	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9
Benzene	1.8	0.0	2.5	1.1	9.0	7.0	0.1	0.0	0.2
Toluene	1.5	0.4	2.9	0.4	9.7	6.0	0.1	1.0	0.2
Ethylbenzene	1.7	0.2	3.0	0.8	10.2	3.2	0.2	3.8	0.4
m,p-Xylene	0.4	0.3	13.6	0.9	9.3	0.5	0.5	0.3	0.8
Styrene	0.6	0.0	2.4	1.2	6.4	1.4	0.7	5.2	1.1
o-Xylene	0.3	0.1	3.6	0.6	9.5	0.4	0.3	4.2	0.6

red : En > 1.0 불만족

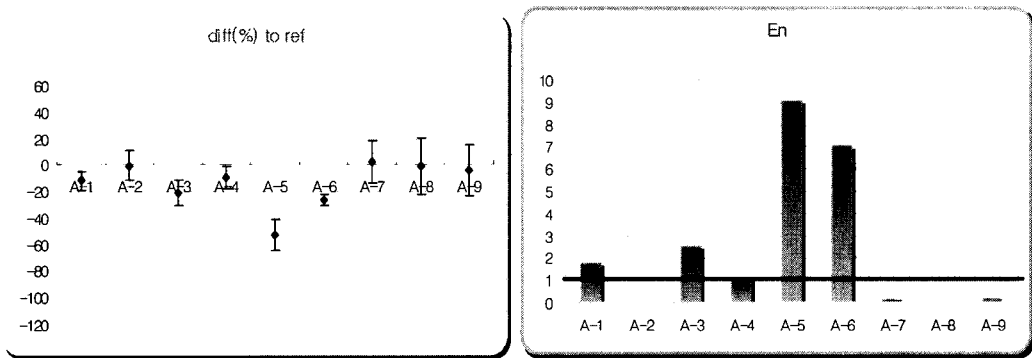


Fig. 1. PT result for benzene(right: y-axis is En, left: y-axis is deviation % from reference value).

참 고 문 헌

- 소현영, 우진춘, 황의진, 최종오 (2001) 화학분석의 불확도 평가, 한국표준과학연구원.
 허귀석, 김미연, 김용두, 배현길, 최윤남, 이진홍 (2008) 실내 VOC 측정용 nmole/mole CRM 개발, 한국 대기환경학회 춘계학술대회 논문집, 포스터 발표.
 허귀석, 최윤남, 김병문, 오상협, 유연미, 김미연, 이진홍 (2008) 실내공기질 측정용 캐니스터 숙련도 시료 개발, 한국대기환경학회 춘계학술대회 논문집, 포스터 발표.
 ISO guide (1993) The expression of uncertainty in measurement, ISO.
 ISO 6142 (1994) Gas analysis-preparation of calibration gas mixtures-gravimetric method, ISO.