

표면오염감시기의 측정결과에 대한 진도(Trueness) 분석

윤철환, 이영주, 이병두

한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, 대전시 유성구 장동 25-1

chyun@khnp.co.kr

1. 서론

측정방법에 있어서 정확도(Accuracy)는 진도(Trueness)와 정밀도(Precision)로 표현되는데, 진도는 다수의 측정결과와 산술평균치의 참값 또는 수용된 기준치와의 일치 정도를 나타내는 것이고, 정밀도는 측정결과 사이의 일치 정도를 나타내는 것이다¹⁾.

측정방법의 정확한 결과를 제공하는 능력을 말하는 진도는 측정대상의 특성에 대한 참값을 고려할 수 있을 때 중요한 역할을 하며 일부 측정방법에 대해서 참값을 정확하게는 알 수 없더라도 측정대상 특성의 수용된 기준치를 얻을 수도 있다. 즉, 적절한 표준물질의 얻을 수 있는 경우나, 다른 측정방법의 참고 또는 기저 값 시료를 조제함으로써 기준치를 확정할 수 있는 경우에 해당된다.

측정방법의 진도는 기준치와 그 측정에 의해 얻어지는 결과의 수준을 비교함으로써 점검할 수 있다. 진도는 일반적으로 편의(bias)의 향으로 표현된다. 화학분석에서는 측정방법이 성분의 모든 양을 추출할 수 없는 경우 또는 하나의 성분이 다른 성분의 측정을 방해하는 경우에 편이가 생길 수 있다.

진도는 측정방법의 편이와 시험실의 편이 등 2가지 척도로 나타낼 수 있으나 본 논문에서는 표면오염감시기의 측정결과에 대하여 표준측정방법에 의한 하나의 시험실 편이를 구하는 방법을 적용하여 진도를 분석해 보았다.

2. 실험 및 결과

실험은 표준화된 측정방법에 따라서 엄격하게 실시하여야 하며 측정은 동일한 반복조건하에서 실시하여야 한다. 또한 표준측정방법에 대한 정밀도 점검은 이미 이루어져 있다고 가정한다. 따라서 표준측정방법의 시험실내 표준편차와 공표되어 있는 반복표준편차와 비교하는 것을 의미한다.

2.1 사용 장비 및 시험실 환경

표면오염감시기의 제작사 및 형식	사용표준선원 제작사 및 형식	측정 환경
CANBERRA, RADIAGEM2000	Cs-137(LW945), Sr/Y-90(NV124) AEA Tech, Planchet	온도 : T-3 등급 습도 : H-2 등급

2.2 측정결과

2.1항의 환경조건에서 표면오염감시기의 표준교정절차²⁾에 따라 표준선원의 계수율(cps)을 10회 측정한 결과는 다음과 같다.

구 분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	합 계
Cs-137	32.30	29.20	30.30	33.50	29.80	28.80	30.40	30.10	30.60	29.60	304.6
Sr/Y-90	69.70	72.90	74.50	70.30	71.40	70.70	74.20	73.60	69.80	73.30	720.4

2.3 시험실내 표준편차의 점검

n 개의 측정결과들의 평균치 \bar{y}_w 와 시험실내 표준편차 σ_w 의 추정치는 S_w 다음과 같이 계산한다.

$$\bar{y}_w = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n y_k \quad \text{----- (1)}$$

$$S_w = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (y_k - \bar{y}_w)^2} \quad \text{----- (2)}$$

식(1), (2)에 의거 Cs-137 과, Sr/Y-90 의 평균치는 각각 30.46, 72.04 이며, 표준편차의 추정치는 1.43 과 1.86 으로 나타났다.

2.4 측정결과의 수

시험실의 편의 추정치의 불확도는 측정방법의 반복정밀도와 얻어진 측정결과의 수에 의존하고 있다. 실험결과에 따라 사전에 설정한 편의의 크기를 95%의 확률로 검출하는 것을 가능하게 하기 위해서는 다음 식이 충족되어야 한다.

$$A_w \sigma_r \leq \frac{\Delta_m}{1.84} \quad \text{----- (3)}$$

여기서 Δ_m : 실험자가 사전에 설정하는 실험결과에서 검출하고 싶은 시험실의 편의의 크기

σ_r : 측정방법의 반복표준편차

$$A_w = \frac{1.96}{\sqrt{n}} \quad , \quad n \text{ 이 } 10 \text{ 이므로} \quad A_w = 0.62 \text{ 를 식(3)에 대입하면}$$

즉, Cs-137 와 Sr/Y-90 의 편의의 크기 Δ_m 는 각각 1.63 과 2.12 이 된다.

2.5 시험실의 편의의 추정

시험실의 편의 Δ 의 추정치 $\hat{\Delta}$ 는 다음 식(4)와 같이 계산된다. 시험실의 편의의 추정치 변동은 측정과정에서 생기는 변동에 기인하며, 시험실의 편의의 95% 신뢰구간은 다음 식(5)과 같이 계산된다.

$$\hat{\Delta} = \bar{y}_w - \mu \quad \text{----- (4)}$$

$$\hat{\Delta} - A_w \sigma_r \leq \Delta \leq \hat{\Delta} + A_w \sigma_r \quad \text{----- (5)}$$

여기서 μ 는 Cs-137과 Sr/Y-90 교정성적서의 기준값으로 29.39, 70.64임을 알 수 있다.

따라서 Cs-137에 대하여 시험실의 편의의 추정치 $\hat{\Delta}$ 는 30.46 - 29.39 = 1.07 이며, 시험실의 편의의 신뢰구간은 $1.07 \pm 0.62 \times 1.43$ 으로 계산되며, $0.18 \leq \Delta \leq 1.96$ 으로서 신뢰구간에 1.63 을 포함하고 있기 때문에 시험실의 편의는 유의수준 5% 에서 유의하지가 않다.

그리고 Sr/Y-90 에 대하여 $\hat{\Delta}$ 는 72.04 - 70.64 = 1.4 이며, 시험실의 편의의 신뢰구간은 $1.4 \pm 0.62 \times 1.86$ 으로 계산되며, $0.25 \leq \Delta \leq 2.55$ 으로서 신뢰구간에 2.12 를 포함하고 있기 때문에 시험실의 편의는 유의수준 5% 에서 유의하지가 않다.

3. 결론

측정방법을 적용할 때 측정방법의 차이와 시험실의 편의를 추정하는 기본적인 방법으로서 연속적으로 측정치를 산출하고, 측정결과로서 1개의 값은 일련의 관측치로부터 얻을 수 있으며, 같은 반복측정을 하기 위하여 측정방법이 표준화되어 있는 것이 중요하다.

본 연구에서 실험자가 사전에 설정하는 실험결과에서 검출하고 싶은 시험실의 편의의 크기는 실험의 수에 의해 산출할 수 있다는 것과 표면오염감시기의 측정결과에 대하여 시험실내 표준편차로 시험실의 편의의 추정치를 구하고, 시험실의 편의의 95% 신뢰구간에서 유의성을 평가한 결과 유의하지 않은 것으로 나타났다.

따라서 표면오염감시기로 Cs-137과 Sr/Y-90 을 측정결과 각각의 시험실의 편의의 추정치가 95% 신뢰구간 내에 존재하기 때문에 진도를 분석한 결과는 유의수준 내에 존재하며, 정상적인 측정이 이루어졌다고 판단할 수 있다.

참고문헌

- [1] 한국표준협회, “측정방법 및 측정결과의 정확도(진도 및 정밀도)”, KS A ISO 5725-1 ~ 6, 2002.
- [2] 한국계량측정협회, “알파 및 베타 표면오염감시기의 표준교정절차”, KASTO 04-26-4020-328, 2004.