

PA22) 악취 회석배수 측정에서의 정도평가에 관한 고찰 Quality Assessment for the Korean Method of Dilution Factor Determination on Offensive Odors

유미선 · 양성봉 · 한진석¹⁾ · 이민도¹⁾

울산대학교 화학과, ¹⁾국립환경과학원 대기환경과

1. 서 론

지난 2003년 유럽연합에서 동적 올팩토미터법(유미선, 2004)이 유럽 연합의 공식적인 악취 측정법으로 정해진 후 내년부터는 국제표준화기구인 ISO에서도 유럽방식의 측정법을 국제 표준 측정법으로 정할 예정이다. 3점 비교식 냄새방지법을 처음 개발한 일본으로서는 봉지를 이용한 악취회석배수 측정법이 국제적인 공인을 받지 못하게 됨으로써 발생하는 각종 불이익을 줄이기 위해 최근 봉지에 의한 회석배수법의 정도관리(일본 환경성, 2002)와 국제화에 힘을 쓰고 있다. 현재 일본처럼 냄새 봉지를 이용하여 악취의 회석배수를 측정하고 있는 나라는 일본을 포함하여 우리나라, 대만, 중국뿐이다. 게다가 우리나라와 일본의 회석배수 측정방법은 우리나라의 악취방지법이 제정되면서 차이가 더 벌어지게 되었다(Yang, 2007). 우리의 경우 악취방지법이 제정되면서 회석배수 측정법이 악취측정의 주 시험법으로 자리를 잡았지만 우리나라 실정이 고려된 정도관리 기법에 대한 제안이나 정도관리에 대한 시도가 이루어진 사례는 거의 없는 듯하다. 여기서는 이미 회석배수 측정에 있어서 정도관리가 실시되고 있는 일본의 사례를 참고하여 우리 실정에 맞는 정도관리법을 마련하고, 본 연구실 내에서 이루어지는 악취 회석배수 측정에 관한 정도 평가를 실시한 바가 있어서 소개하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 판정원의 선발

냄새를 맡는 사람 즉 판정원의 선발은 유럽의 경우 올팩토미터에 의해 n-butanol의 최소감지농도를 10회 이상 알아 맞추도록 하여, 최소감지농도의 평균이 20ppb에서 80ppb 내에 있고 편차가 일정범위 내에 있는 사람으로 하고 있다(CEN, 2001). 일본의 경우 5가지 기준 냄새(iso-valeric acid, β -phenethyl alcohol, methyl cyclopentenolone, γ -undecalactone, skatole)를 맡을 수 있는 사람으로 하고 있어서 유럽이나 일본 모두 후각 최소감지농도를 판정원 선발의 기준으로 삼고 있다. 우리나라의 경우 acetic acid, trimethyl amine, β -phenethyl alcohol, methyl cyclopentenolone의 기준 냄새 중 3가지에 대해 악취도 3 혹은 4도로 대답할 수 있는 사람을 판정원으로 하고 있다. 본 연구에서는 우리나라의 판정원 선발법에 따라 대학생 20명을 대상으로 실시해보았다.

2.2 회석배수 측정

유럽의 경우 n-butyl acetate의 표준 가스에 의해 정도평가를 하고 있으며, 일본의 경우는 ethyl acetate 표준가스를 사용하되, 환경 악취에 대해서는 약 50ppm, 배출구 악취에 대해서는 약 2000ppm을 사용하고 있다. 우리나라의 회석배수 측정에는 특별히 정도관리용 표준가스를 마련하고 있지 않으며 또한 일본과는 달리 환경악취와 배출구 악취를 구별하지 않고 있으므로, 본 연구에서는 ethyl acetate 약 500ppm의 표준가스를 유리병에서 회석시켜 만들어 정도 평가용 측정시료로 사용하였다.

측정방법은 2.1의 판정원 선발 시험에 합격한 사람 5명을 대상으로 정도관리용 시료(ethyl acetate 500ppm)에 대해 우리나라 악취공정시험법의 회석배수 산정법에 따라 회석배수를 측정하였다. 동일 시료에 대해 3회 회석배수를 측정하였으며 이로부터 측정기관내 정도 검사와 측정기관의 계통오차에 대해 검토하였다. 정도검사와 계통오차에 사용되는 기준값으로 일본에서 사용되는 다음 표 1의 값 중 배출구 시료의 값을 이용하였다.

Table 1. Values for determination of quality assessment of dilution factor.

측정법	참고치 μ	병행표준편차 σ_r	재현표준편차 σ_R	실간표준편차 σ_L
환경 시료	-0.10	0.13	0.24	0.20
배출구 시료	-0.26	0.17	0.22	0.15

측정기관내 정도 검사로서 $C^r = (\frac{s_r}{\sigma_r})^2$ (s_r : 표준편차)와 $C_{crit}^r = \frac{\chi^2_{(1-\alpha)}(\nu)}{\nu}$ ($\chi^2_{(1-\alpha)}(\nu)$ 는 자유도 $\nu = n - 1$ 의 χ^2 분포의 $(1 - \alpha)$ 의 분위점으로 보통 $\alpha = 0.05$ 로 한다)를 비교하여 $C^m > C_{crit}^m$ 이면 s_r 과 σ_r 사이에는 통계적으로 유의미한 차이가 있다고 할 수 있으므로 측정이 올바르게 이루어지고 있다고 보며, $C^m \leq C_{crit}^m$ 이면 통계적 유의미한 차이가 없는 것으로 판단하여 계속해서 측정기관의 계통오차를 검토하였다.

측정기관의 계통오차에 대해서는 $|\bar{x} - \mu| < 2\sqrt{\sigma_R^2 - \sigma_r^2 \frac{n-1}{n}}$ 를 만족시키는 경우는 이상이 없다고 판정하였으며, 이를 만족시키지 않았을 경우는 측정결과 및 측정방법에 대한 검토를 하도록 하였다. 그리고 이번 연구에서는 다른 측정기관과의 공동실험에 의한 정도평가는 하지 않았다.

3. 결과 및 고찰

20명의 대학생에게 우리나라의 악취 관정원 선발 기준액을 냄새종이에 묻혀 맡게 해본 결과 1명을 제외하고는 모두 3도 혹은 4도라는 대답을 하여 95%의 정답률을 보였다.

희석배율 측정에 있어서는 우선 약 500ppm으로 조제한 시료에 대해 표준 가스를 이용하여 GC 분석한 결과 485ppm으로 정량할 수 있었다. 정도 평가용으로 제조된 이 시료에 대해 3회에 걸쳐 5명의 판정원에 의해 희석배율 측정을 하였다. 표 2에 그 결과를 나타내었다.

Table 2. Log values of dilution factors of 3 panelists and discrepancy between calculated factor.

a. 판정원 3인의 후각별치(대수값)	b. 초산에틸 농도의 대수치	c. 별치농도의 대수치(=b-a)
2.66		+0.03
2.69	2.69	0
2.68		+0.01

이 결과로부터 별치농도 대수치의 평균 $\bar{x} = +0.01$, 표준편차 $s_r = 0.07$ 이므로 $C^m = 0.17$ 또한 $C_{crit}^m = \frac{\chi^2_{0.95}(2)}{2} = 5.99 = 3.00$ 이어서 만족할 수 있는 수치를 보였으며, 계통오차에 대한 점검으로서

$$|\bar{x} - \mu| = |+0.01 - (-0.07)| = 0.08, \quad 2\sqrt{\sigma_R^2 - \sigma_r^2 \frac{n-1}{n}} = 2\sqrt{0.22^2 - 0.17^2 \frac{3-1}{3}} = 0.34,$$

따라서, $|\bar{x} - \mu| < 2\sqrt{\sigma_R^2 - \sigma_r^2 \frac{n-1}{n}}$ 이므로 계통오차도 없을 것으로 추정되었다. 향후 타 기관과의 정도관리 프로그램을 마련하여 공동실험에 의한 정도평가를 예정하고 있다.

참 고 문 헌

유미선, 손재호, 양성봉 (2004) 유럽연합에서의 악취 측정 Dynamic Olfactometry, 첨단 환경기술,

100-109. 8월호.

일본 환경성 (2002) 「후각측정정도관리 매뉴얼」, <http://www.env.go.jp/air/akushu/seido/index.html>

CEN (2001) Air quality-Determination of odour concentration by dynamic olfactometry, TC 264 WG 2N 251, prEN 13725.

Yang, S., M. Yu, and C. Kim (2007) Theoretical Dilution Factors from Official Measuring Methods on Malodors in East Asia, The 2nd International Conference on Environmental Science ICES '07, 67-73.