

4D2) 악취평가용 Olfactometer의 제작과 회석능 평가 The Evaluation of Sample Dilution Accuracy in the Development of an Odor Olfactometer

정구희 · 손찬웅 · 박민수 · 김학민¹⁾ · 김선태
대전대학교 환경공학과, ¹⁾대전보건대학

1. 서 론

Olfactometer를 이용한 악취평가방법은 1986년 미국에서 표준방법(ASTM)으로 인정된 후 유럽 공동체(prEN 13725), 독일(VDI), 네덜란드(NVN2820) 등 여러나라에서 표준방법으로 다양하게 활용되고 있다. Olfactometer의 개발은 초기에 가축사육시설 부근의 냄새 유발에 따른 냄새의 정량화와 냄새 제어를 목적으로 발전하였으나, 근래에는 공업화와 산업화에 따른 산업지역에서의 냄새 배출원평가와 관리 및 부지경계에서의 냄새 농도평가의 필요성에 따라 많은 개발과 발전을 이루어왔다.

이러한 Olfactometer는 대부분 pump, valve, flow meter, MFC(mass flow controller)를 이용, 냄새시료를 자동으로 회석하여 패널들에게 공급하는 방식을 채택하고 있다. 이와같이 여러개의 MFC를 이용하여 분석하는 방법은 회석능을 높이며 구조적으로 간단한 장점을 가지고 있으나 많은 냄새 시료량을 필요로 하고 여러 개의 MFC를 이용하는 과정에서 장비 제작비용이 큰 단점이 있다.

또한 국내(공기회석관능법)와 일본(삼점비교식 공기주머니법)에서 적용하는 간접관능법은 번거로운 평가과정과 많은 소요 시간 뿐만 아니라 조제방법상 운영자의 숙련도에 따라 평가시 일정부분 오차를 유발할 수 있어 객관적인 냄새시료의 악취농도 평가가 어려운 현실이다.

이에 본 연구에서는 주사기와 최소한의 MFC를 적절히 조합함으로써 경제적 비용부담 및 분석 시료량을 대폭 감소시키고, 냄새시료의 악취농도 평가시 오차유발 요인을 줄임으로써 객관적인 악취농도 평가에 활용할 수 있는 Olfactometer를 제작하여 회석과정에서의 오차 평가에 목표를 두었다.

2. 실험 내용

본 연구를 위한 장치로서 설계·제작한 Olfactometer는 냄새시료를 회석하는 control부(그림 1.a)와 패널들에게 회석된 시료가 공급되는 panel부로 나뉜다. control부는 무취 공기를 제조하는 oil-free compressor, activated carbon, silica gel과 냄새시료를 정량으로 주입할 수 있는 일회용 주사기(1, 3, 10, 30, 100 ml), 무취공기 유량을 제어하는 MFC, flow meter 그리고 각각의 작동을 제어하는 전기부와 computer로 구성되어 있으며 panel부는 선택 버튼과 냄새를 맡는 sniffing port로 구성되어 있다.

초기 설계·제작한 Olfactometer(그림 1.b)는 in-line mixer를 설치하여 회석과 동시에 패널들에게 회석 sample을 공급할 수 있도록 하였으나 회석용 무취공기의 압력과 원취시료의 주입 압력의 차이로 회석능이 크게 감소하였다. 이에 본 장치에서는 in-line mixer를 제거후 무취백을 이용하여 회석sample을 받아 평가를 하였으며 무취공기질의 저하 문제로 구조 및 재료를 변경하여 무취 공기질을 개선하였다.

Olfactometer의 기초적인 성능평가를 위한 예비 실험으로 악취농도 결정에 영향을 줄 수 있는 무취공기에 대한 평가결과를 정리하였으며 회석배수에 따른 회석능 평가를 위해서 CO₂ 표준가스(10%)를 30배 회석한 임의의 표준가스를 제조후 다섯 개의 회석단계별(30, 100, 300, 1000, 3000배)로 회석하여 CO₂ meter(TSI-8762 / range 0~5000ppm)로 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

Olfactometer는 기계적으로 냄새시료를 자동으로 회석하지만 최종적으로 냄새를 맡고 판정하는 것은 사람에게 의한다. 그러므로 사람마다의 후각특성에 따라 냄새를 느끼는 정도에 차이가 있어 기계적인 오차유발요인에 대해서 보정 및 검증시 어려움이 따른다. 따라서 기계적 오차유발요인 중 악취농도 결정에 크게 영향을 줄 수 있는 무취공기질의 평가와 회석능 평가를 우선시하였다.

그림 2는 개선 전·후의 Olfactometer로 제조한 무취공기질의 판정인에 의한 냄새감지 여부 및 감지된 악취강도를 종합적으로 판단하여 수치화한 평가결과이다. 개선 전 무취공기에 대한 평가결과에 의하

면 Olfactometer로 제조된 무취공기가 공정시험법에서 제안하고 있는 방법으로 제조된 무취공기 및 일반대기 중 공기보다 상대적으로 강한 냄새를 감지하고 있음을 알 수 있다. 이에 Olfactometer의 공기유로와, 주요 부분을 아크릴 재질로 변경한 결과 세가지 방법으로 제조된 무취공기의 냄새 수준이 유사한 것으로 나타나 Olfactometer의 무취공기질이 향상하였음을 확인할 수 있었다.

Olfactometer의 회석능을 평가한 결과는 표 1, 도식화한 결과는 그림 3에 나타내었다. 그림 3에서 보는바와 같이 단계별 회석 후 실제 측정된 CO₂ 농도와 이론적인 CO₂ 농도와의 상관관계를 평가한 결과 결정계수 R²는 0.9995, slope 1.0066 로 매우 우수한 상관성과 직선성을 나타내었다.

이상으로 기초적인 성능평가를 수행하였지만 Olfactometer의 민감도(최소감지한계농도)평가와 현장의 냄새시료에 대한 공기회석관능법 및 olfactometer의 상관성 평가도 계속 진행해야 할 것으로 판단된다.

이러한 연구수행은 우리나라의 공기회석관능법과 유연성 있는 연계를 가지는 계기가 될 것으로 판단되며 악취농도 평가시 객관적인 지표를 제공할 뿐만 아니라 간접관능법을 대표할 수 있는 종합적 평가 도구로서의 Olfactometer 개발이라는 의미를 가질 것으로 기대된다.

Table 1. The result of dilution (unit : ppm)

No.	Division	Initial Conc.	Dilution level					Base
			×30	×100	×300	×1000	×3000	
1st*	Measured CO ₂	4380	1155	1075	1038	1026	1015	Ambient Air
	Predicted CO ₂		1144	1062	1033	1020	1014	
2nd	Measured CO ₂	3940	628	524	498	480	465	N ₂ gas
	Predicted CO ₂		634	534	498	479	466	
3rd	Measured CO ₂	3950	525	430	400	390	384	N ₂ gas
	Predicted CO ₂		513	420	393	384	381	

* Include Ambient CO₂



Fig. 1. Controller(a) and Schematic diagram(b) of Olfactometer

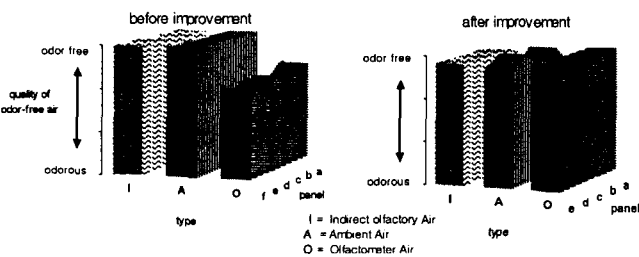


Fig. 2. Comparison of odor-free air quality.

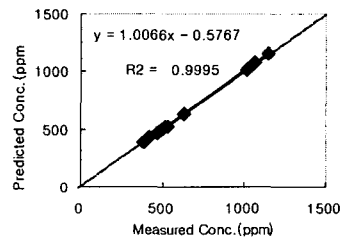


Fig. 3. Calibration result of dilution

참 고 문 헌

J.J.R. Feddes, G. Qu, C.A. Ouellette and J.J.Leonard, Development of an eight-panelist single port, forced-choice, dynamic dilution olfactometer, Canadian Biosystem Engineering, Volume 43,(2001)