

BC9) 악취농도단위 산정을 위한 복합취기센서의 활용 고찰

Discussion on the application of odor sensor for the estimation of odor unit concentration

김학민 · 김선태 · 김덕현¹⁾ · 전의찬²⁾

대전대학교 환경공학과, ¹⁾한국산업기술대학교 화학공학과, ²⁾동신대학교 환경공학과

1. 서 론

감각적인 불쾌감을 야기하는 악취물질의 종류는 다양하며, 매우 낮은 농도에서도 감각기관을 자극할 뿐 아니라 물질간 반응이 복잡한 특징을 갖고있어 화학성분분석법과 함께 감각적인 자극수준을 평가하는 관능측정법을 병행하여 악취현상을 종합적으로 평가하게 된다. 특히 매립지 등의 환경기초시설이 운영됨에 따라 나타나는 악취현상을 객관적으로 평가하기 위해서는 대기확산모델의 운영이 필요하며, 이를 위한 악취배출량 자료의 구축이 필요하게 된다. 그러나 기기분석법에 의한 단일취기물질 측정자료는 물질종류가 한정되어 있는 관계로 감각기관을 자극하는 악취현상을 객관적으로 표현하기 어렵다는 한계를 갖고 있으며, 관능측정법의 경우 최소 5인의 악취판정인이 필요한 이유로 적극적인 평가와 결과의 활용이 충분하게 이루어지지 않는 것으로 판단된다. 이에 악취평가결과의 활용이 극히 제한되어 있는 기존평가방법이 갖고있는 문제점을 최소화하기 위하여 인간의 후각과 유사한 기능을 수행하는 복합취기센서¹⁾를 적극적으로 이용한 새로운 환경악취평가방법에 대하여 살펴보았다.

2. 연구방법

2.1 복합취기센서 측정조건의 표준화 및 측정수치와 악취강도 관계 설정

환경악취평가를 위해 사용한 복합취기센서는 SnO₂를 센서소자로 사용하는 금속산화물 반도체센서(japan, cosmos, xp-329)로서 다양한 취기물질에 대한 센서의 반응을 0부터 2000까지의 구체적인 수치로 나타내게 된다. 그러나 이러한 수치는 동일한 취기물질과 반응할 경우에도 센서의 사용이력에 따라 서로 다른 수치로 나타날 수 있으며, 이러한 측정수치를 인간이 감지하는 수준으로 표현하기 어렵다는 한계를 갖게된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 기준취기물질로 사용되는 1-butanol(ASTM E544-7)과 공정시험법에 규정되어 있는 무취공기조계장비를 이용하여 복합취기센서의 측정조건을 표준화하였으며, 매립지, 폐수처리장, 산업단지 등에서 감지되는 다양한 환경악취를 대상으로 직접관능법에 의한 악취강도와 센서수치를 동시에 평가하여 센서수치를 악취강도로 표현할 수 있는 자료를 확보하였다.

2.2 공기회석관능법과 복합취기센서를 이용한 환경악취평가결과 비교

관능을 이용하는 악취평가방법 중 간접관능법은 무취공기를 이용하여 취기시료를 단계적으로 희석하고 악취판정인에 의한 취기감지 여부를 평가하여 냄새감지한계희석배수를 산정하게 된다. 이에 반해 복합취기센서를 이용한 악취평가의 경우 시료의 조제과정은 간접관능법과 동일하지만 악취판정인 대신 센서를 이용하여 단계별 희석시료의 취기수준을 구체화된 수치로 평가하게 되며 이러한 측정수치와 희석배수와의 관계를 평가하여 취기시료의 악취수준을 결정하게 된다.

이러한 평가방법 중 간접관능법의 경우 악취판정인의 구성조건에 따라 서로 다른 평가결과가 나타날 수 있으며, 센서의 경우 모든 악취유발물질에 대해 감각적으로 느끼는 취기수준을 정확하게 표현할 수 없다는 한계를 갖게된다. 이러한 이유로 각 방법에 의해 구체화되는 평가결과인 냄새감지희석배수만을 기준으로 악취평가결과의 정확성을 평가하기에는 일정부분의 한계가 있는 것으로 판단되어 악취물질을 대상으로 한 측정결과와 재현성을 비교하여 악취농도단위 산정을 위한 센서의 활용성을 살펴보았다.

3. 결과 및 고찰

복합취기센서 측정조건의 표준화를 위한 센서의 교정은 실린더 공기를 무취공기제조장비에 통과시켜

제조한 무취공기를 이용하여 센서수치를 0 ± 20 으로 설정하고, 악취강도 5도에 해당하는 1-butanol 희석 용액 200ml를 삼각플라스크(500ml)에 넣은 후 무취공기를 수면아래에 주입하여 상부로 배출되는 취기수준이 1900을 지시하도록 설정하였다. 그림 1은 이러한 절차를 거친 센서를 이용하여 단계적으로 조제한 1-butanol에서 발산되는 취기수준과 센서측정수치와의 관계를 정리한 것으로 1-butanol에서 발산되는 악취수준을 센서를 이용하여 구체적으로 평가할 수 있는 것으로 나타났다. 이러한 평가결과는 비록 모든 취기유발물질에 대한 센서의 반응성이 동일하게 나타나지는 않지만 측정조건이 일정하게 유지될 경우 취기유발물질에 반응하는 센서수치는 일정하게 나타나게 된다는 사실을 보여주는 것이라 판단된다. 이에 발생원의 다양성외에 환경요인에 의해서도 감지되는 취기수준이 다르게 나타나게 되는 환경악취와 센서수치와의 관계를 설정하기 위하여 현장의 악취수준을 객관적으로 평가할 수 있는 기준에 의해 악취현상을 평가하고, 동일한 조건에서 복합취기센서에 의해 구체적인 수치로 나타나는 측정결과와의 관계를 살펴보았다. 그림 2는 악취물질이 다양으로 발생하는 지역에서 직접관능법과 센서를 이용하여 동시에 측정된 평가결과를 정리한 것으로 악취강도와 센서수치사이에 일정한 상관관계가 있는 것으로 조사되어 센서수치를 악취강도로 표현할 수 있는 것으로 나타났다.

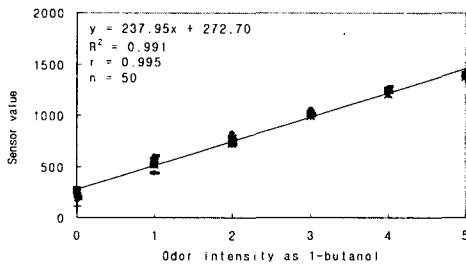


Fig. 1 Regression curve of sensor value and odor intensity with diluted 1-butanol

복합취기센서를 이용한 악취농도단위의 산출은 단계적으로 조제한 취기시료의 희석배수에 대수를 취한 수치(x)와 이에 대한 센서수치를 악취강도로 환산(y)하여 두 변수가 갖고 있는 관계를 plot하여 악취농도식을 구체화 한 후 악취강도 0도가 나타나는 희석배수(x)를 냄새감지한계희석배수로 산정하였다.

표 1은 1-butanol과 환경악취시료를 대상으로 공기희석관능법과 위에서 제시한 평가절차를 통해 산정한 냄새감지한계희석배수를 정리한 것으로 두 평가방법에 의한 결과가 매우 유사하게 나타남을 알 수 있으며, 표 2는 황화수소를 대상으로 공기희석관능법과 센서를 이용하여 5회 반복 평가한 냄새감지희석배수 평가결과를 정리한 것으로 공기희석관능법의 경우 악취관정인의 판정결과에 따라 평가결과의 변화가 상대적으로 크다는 사실을 확인할 수 있었다.

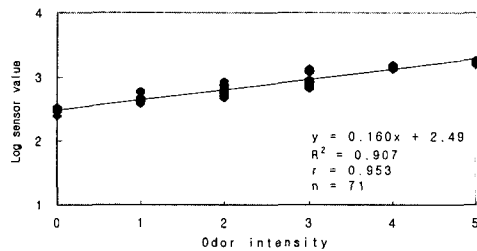


Fig. 2 Regression curve of odor intensity and sensor value

Table 1. Comparison of threshold dilution ratio by odor sensor and indirect olfactory method

Odorant	Dilution ratio ¹⁾	Dilution ratio ²⁾ (OU/m ³)	Odor equation
1-butanol	1000	1094 (10 ^{3.04})	y=-1.336(x)+4.56
Env. odorant	1442	1287 (10 ^{3.11})	y=-1.013(x)+3.65

¹⁾Indirect olfactory method, ²⁾using odor sensor

Table 2. Comparison of dilution ratio of five replicate analysis with H₂S

Evaluation method	Dilution ratio (ou/m ³)		
	Range	Mean ± S.D.	RSD (%)
I.O.M.	300 ~ 2080	966 ± 625	64.8
Odor sensor	187 ~ 406	248 ± 80	32.4

감사의 글

본 연구는 2001년 환경부 차세대 핵심환경기술개발사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. Yoshie Yasuki, "냄새센서를 이용한 악취 측정 기술", 악취관리제도와 측정기술세미나 자료, 울산지역 환경기술개발센터(2001.9)