

2A1) n-butanol을 이용한 악취 센서의 악취강도 보정 연구

The Calibration of Odor Sensor to n-butanol

김선태 · 허현승 · 최일환¹⁾ · 김한수¹⁾

대전대학교 환경공학과, ¹⁾(주)과학기술분석센터

1. 서 론

악취평가방법은 크게 기기분석법과 관능측정법이 있으나, 이러한 측정방법의 단점을 보완하기 위한 대안으로 실시간으로 악취를 측정, 평가할 수 있는 센서를 활용한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 악취물질의 다양성과 복잡한 메커니즘 때문에 현재까지 사람의 후각을 대신할 수 있는 센서의 개발 및 평가는 미흡한 실정이다. 이에, 본 연구에서는 ASTM(American society for testing materials) D1292-86에서 제시한 악취 강도를 비교하기 위해 사용하는 n-butanol을 이용하여 악취강도에 따른 센서의 특성을 비교하고 보정하기 위한 연구를 진행하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 현재 시판되고 있는 반도체 가스센서를 대상으로 성능 및 정도 시험을 거쳐 선택된 한 종류의 센서를 사용하여 반복실험을 진행하였다. 그림 1과 같이 센서는 챔버 내부에 설치하였으며, on/off 밸브를 이용하여 10초 동안 악취시료를 주입하여 센서와 반응시키고, 나머지 170초 동안 활성탄을 통과한 무취를 주입하여 세척할 수 있도록 하였다. 챔버 후단에 가스 배출을 위한 펌프를 설치하였고, 펌프의 순간유량을 유량계를 설치하여 1L/min로 일정하게 하였다.

악취시료는 ASTM에서 제시한 방법대로 n-butanol을 250ppm(1도)에서 20,250ppm(5도)까지 총 5개의 시료를 제조하였으며, 액상시료의 주입방법은 국내의 악취관정요원선정 방법과 동일하게 액상시료를 냄 새스틱에 묻혀 유입구 부분으로 악취물질이 휘발되어 유입될 수 있도록 하였다. 실험은 1회당 여섯 번씩 연속적으로 측정하였으며, 1도에서 5도까지 총 3회의 반복실험을 진행하였다.

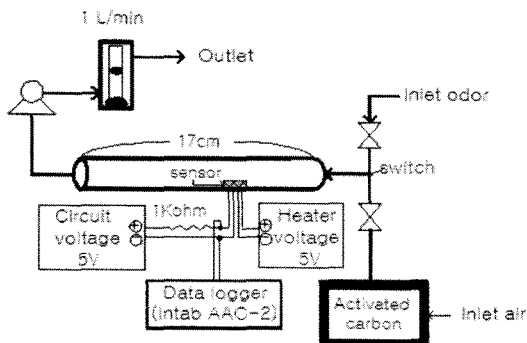


Fig. 1. Schematic diagram of a chamber system.

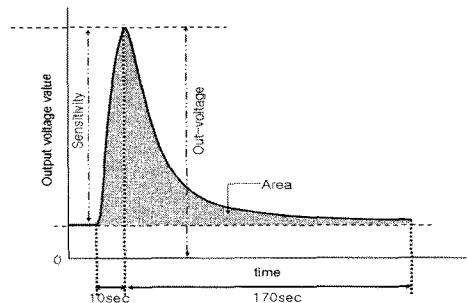


Fig. 2. Definition for odor sensor evaluation.

센서의 입력전원과 히터전극에 각각 5V의 전원을 공급하고 1Kohm의 가변저항을 주어 출력되어지는 센서전압을 데이터로거를 이용하여 가시화하였다. 센서의 평가방법은 그림 2와 같이 반응시간동안 최대의 출력값을 나타내는 out-voltage, 최대 출력값과 초기 출력값의 차이를 나타내는 sensitivity, 반응시간 동안의 출력값 편차의 세가지 방법을 이용하여 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

악취 강도에 따라 희석, 제조된 n-butanol을 이용하여 센서의 출력값을 비교하고 평가방법에 따른 차이를 표 1에 나타내었다. 각 회당 여섯 번씩의 실험결과를 평균하여 세 번의 실험을 진행한 결과, 실험

회차별 최대 14.4%, 최소 1.9%의 변동성을 나타내었다. 약취강도가 강해질수록 변동성이 낮아지는 결과를 보이고 있으며, 출력값을 이용한 평가방법이 out-voltage의 변동성이 가장 적은 것으로 나타났으나, 세가지 방법 2도 이상에 대해서 낮은 변동성을 보여 세가지 방법 모두 양호한 결과를 보이는 것으로 판단되었다.

Table 1. Comparison of odor sensor values with odor intensity of n-butanol.

	1도(250ppm)		2도(750ppm)		3도(2,250ppm)		4도(6,750ppm)		5도(20,250ppm)	
	Average	%CV	Average	%CV	Average	%CV	Average	%CV	Average	%CV
Out-voltage	0.8	10.2	1.4	5.2	2.1	4.1	2.6	4.3	3.2	1.9
Sensitivity	0.6	14.4	1.2	7.7	1.9	5.9	2.4	6.0	2.8	3.5
Area	63.6	14.4	123.6	7.7	188.4	5.9	235.7	6.0	279.6	3.6

그림 3은 n-butanol 농도와 센서 출력값의 관계를 나타낸 것이다. 각 실험별로 출력값은 약간의 차이를 보였지만 직선성은 우수한 것으로 나타났다. 이러한 출력값의 차이는 동일한 센서를 사용하였지만 실험과정에서 발생된 오차로 생각된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 냄새스틱과 유입부분의 접촉거리가 일정하게 유지되도록 냄새스틱을 일정거리(3mm)에 고정하였으며, 냄새스틱에 액상시료를 일정량(50μL) 주입하였다. 개선된 실험방법으로 n-butanol 농도와 센서 출력값의 관계를 재평가한 결과를 그림 4에 나타내었다. 2차 실험에서는 1차 실험과 마찬가지로 약취강도 1도에서 6.5%의 가장 높은 변동성을 보였으나 4도와 5도에서는 0.2% 및 0.4% 미만으로 나타나 개선된 실험방법으로 세 번 진행한 실험이 1차 실험보다 직선성과 반복실험의 결과가 우수하게 나타났다.

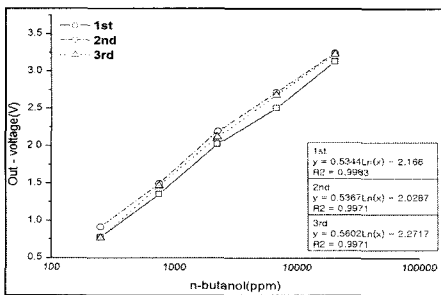


Fig. 3. Relationship between out-voltage and n-butanol concentration(odor intensity).

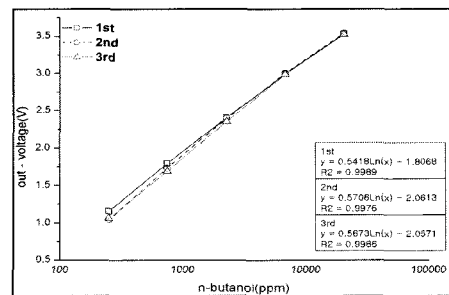


Fig. 4. The same as Fig. 3, under improved experimental conditions.

결과적으로 ASTM에서 제시한 n-butanol의 약취강도와 센서 출력값의 상관성은 매우 높게 나타나 센서로 n-butanol의 농도 및 약취강도 평가가 가능할 것으로 생각된다. 그러나 사람을 후각을 대신하기 위해서는 다른 종류의 단일 약취 및 복합약취와 후각에 대한 비교 등 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한 공기회석관능법의 회석배수와 약취농도에 대한 연구도 필요할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 환경부 “차세대 핵심환경기술 개발사업” 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

American society for testing Materials (1995), ASTM D1292-86, Standard test method for odor in water, philadelphia, ASTM.