

화학 가스센서를 활용한 구취측정 방법에 관한 연구

이석준¹ · 김선태^{1,+} · 김한수²

A Study on the Measurement of Halitosis of Human Mouth with Chemical Gas Sensor Arrays

Seok-Jun Lee¹, Sun-Tae Kim^{1,+}, Han-Soo Kim²

Abstract

This study was carried out to apply chemical gas sensors for the identification of bad breath which is one of the important sensitive problem for the humans' daily life. Seven sensors, including five semiconductor sensors and two electrochemical sensors, were tested for the three panels three times in several conditions. The results showed that the reproducibility of sensors were generally good, and electrochemical sensors showed better reproducibility while semiconductor sensors showed better sensitivity. No rinsing before measurement showed relatively better results in terms of both sensitivity and reproducibility. Semiconductor gas sensors for hydrogen sulfide shows the highest sensitivity, and it was recommended to use the odor-free bag for the measurement of bad breath.

Keywords : Chemical Gas Sensor, Semiconductor Sensor, Electrochemical Sensor, Halitosis, Bad Breath

1. 서 론

삶의 질적인 면이 강조되는 현대사회에서는 불쾌한 맛이나 구취로 고통 받는 사람이 증가하고 있다[1]. 구취는 일반적인 상태에서도 어느 정도 감지할 수 있는 지극히 자연스런 현상임에도 불구하고 구취의 정도가 심하거나 지속적으로 냄새를 의식하게 될 때는 말 못할 고민거리가 될 뿐만 아니라, 전신적인 건강 때문에 나타나는 건강의 적신호일 수 있다. 이러한 구취는 단순한 심리적인 불쾌감뿐만 아니라, 구강 내의 다양한 미생물과 심지어는 위장 내의 건강질환과의 연관성이 있는 것으로 알려져 있다.

구취란 구강 및 인접 기관에서 발생되어 구강을 통해 외부로 나오는 냄새를 말하며, 누구한테서나 구취가 발생되지만 일반적으로 자신이나 타인에게 불쾌감을 주는 악취를 말한다[2]. 구취는 성인 인구의 약 50% 이상이 겪는 매우 흔한 문제이며, 구취의 원인은 다양하고 복잡하지만 크게 나누어 전신적 원인, 구강 내 원인, 심리적 원인 및 생리적 원인 등으로 나누어 볼 수 있다. 구취는 실제로는 악취의 원인이 되는 VSCs(Volatile Sulfur Compounds)에 의하여 유발되며 임상적 질환과도 연관이 클 수 있다. 휘발성황화합물(VSCs)이 구강 내 악취의 약 90% 이상을 차지하며, 특히

휘발성황화합물 중에서도 hydrogen sulfide와 methyl mercaptan이 전체 휘발성황화합물 중 90% 이상을 차지한다. 다만 현재까지 구체적인 분석 방법이나 임상적 질환과의 병인적 연결에 대한 연구가 미비하여 의학 분야에서도 많은 비중을 두고 다루지 못하였다. 이러한 건강질환에 대해 내시경과 같은 전문적인 장비를 이용하여 질환 여부를 판단하는 것이 가장 이상적이라 하겠으나, 단순한 구취를 객관적으로 판단할 수 있다면 일상생활에서 저비용으로 예방 차원의 건강관리를 위해서 매우 유익하리라 생각한다.

현재 국내의 구취클리닉에서는 직접 사람의 후각을 이용해서 환자의 구취를 맡는 관능적인 검사법과 구취측정기를 활용하여 구취를 수치화하는 방법이 활용되고 있다. 그러나 관능검사법은 개인의 주관에 따라 냄새를 판정하므로 측정결과에 대한 객관성이 부족하다. 또한 구취측정기는 비교적 신뢰성이 높지만 입냄새의 주요 성분인 황화수소와 메틸머캅탄과 같은 VSCs와 같은 단일 물질은 측정 가능하지만 다른 냄새물질은 측정할 수 없다는 단점이 있다.

구취측정기에 사용되는 가스센서는 인간의 오감 중에 후각인 코의 기능을 모방한 것이며, 특정 가스와의 화학반응과 같은 변화에 의해 전기적 특성이 바뀌는 현상을 이용해 감지 가스에 대한 정보를 제공하는 시스템이다. 최근에는 전자코 시스템을 활용하여 센서의 소형화 기능화를 강조시켜 전력을 최소화하고, 센서 어레이(array)화 기술을 통해 인간의 후각을 모방하는데 더욱 유용하게 되었다.

¹ 대전대학교 환경공학과(Department of Environmental Engineering, Daejeon University)

² (주)과학기술분석센터(Sciencetec Lab Center co., Ltd)

⁺Corresponding author: envsys@dju.ac.kr

(Received : Jan. 17, 2011, Revised : Jun. 21, 2011, Accepted : Jul. 20, 2011)

센서 어레이 기술은 개개의 다른 조건으로 제작된 센서를 배열하여 각 센서에서 다르게 출력되는 센서의 신호를 통계적 분석 방법에 의해 해석되는 시스템으로 센서 기술의 종합이다[3]. 센서는 과학기술의 괄목할만한 진보에 수반하여 인간의 감각기와 관련된 연구 및 이를 대항하는 감지시스템의 개발이 다방면에서 시도되어지고 있다. 그중 후각에 관한 것으로서 최근 사람 코의 후각 기능을 모방한 전자코(electronic nose) 시스템의 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다[4].

본 연구에서는 가스센서 어레이를 이용한 구취측정기에서의 구취측정방법에 대한 연구를 진행하였다. 구취측정기의 센서에 대한 재현성 평가 및 구취측정 방법과 구취의 패턴을 분석을 통해 구취 측정방법을 제안하고 이를 정립하기 위한 기초실험결과를 검토하는 것을 그 목적으로 하였다.

2. 실험 방법

본 연구에서 사용되는 구취측정기는 5개의 반도체식 가스센서와 2개의 전기화학식 센서로 구성되는 센서 어레이를 활용한 구취측정기(주)과학기술분석센터 개발 시제품)를 사용하였다.

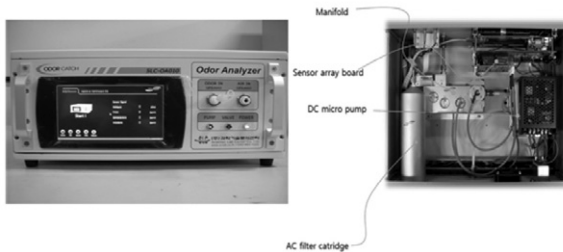


Fig. 1. Device configuration.

Fig. 1에 본 연구에 사용된 구취측정기를 나타내었으며, 구취측정기의 시스템은 Manifold, Sensor array board, AC filter cartridge, DC micro pump 등으로 구성되어 있다. DC micro pump를 이용하여 구취가 Manifold를 지나게 되면 센서가 구취와 반응해 출력값이 Sensor array board를 통해 구취측정기 전면 화면에 표시된다. 구취는 주입구를 통해 10초간 주입되며, 10초간 주입이 끝나면 AC filter cartridge를 통해 공기가 주입되어 센서 표면에 흡착된 구취의 탈착과정이 이루어진다.

Table 1. Sensor specifications used for mouth odor evaluation

	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
Sensor Type	Semiconductor type gas sensor					Electro-chemical type gas sensor	
Sensor Ltd.	MiCS	MiCS	FIGARO	FIGARO	Winsen	NEMOTO	NEMOTO
Gas Detectable	CO HC VOD	CO HC	H ₂	EtOH	H ₂ S	NH ₃	H ₂ S
Detection Range(ppm)	10 1000	10 1000	130	130	1 1000	0 1000	0 1000

Manifold에는 총 7개의 센서가 장착되어 있으며, 센서는 크게 2개의 종류로 반도체식 가스센서와 전기화학식 가스센서로 구성되어 있다. 각 센서의 특징은 Table 1에 정리하였으며, 반도체식 가스센서는 감도가 매우 좋고, 응답속도가 매우 빠르다는 장점이 있지만 선택성이 좋지 않기 때문에 선택성이 좋은 전기화학식 가스센서를 같이 사용하여 단일물질에 대한 센서 출력값을 확인하였다.

구취측정기의 구취측정 방법에 대해 연구를 진행하기 위하여 Table 2에 실험에 참여한 사람의 정보를 나타내었으며, Panel은 남자 1명, 여자 2명으로 20대의 건강상태가 양호한 사람들로 구성하였다.

Table 2. Panel information

Panel	Sex	Age	Health Status
A	F	22	good
B	M	26	good
C	F	21	good

본 연구에서는 구취측정기의 구취측정 방법을 알아 보기 위하여 우선 센서의 반응특성 및 재현성 실험을 진행하였다. 구취를 측정하는 과정은 주입구를 통해서 10초 동안 166 mL의 구취가 구취측정기로 들어가 센서와 반응하면서 스쳐 지나가고, 1분 50초 동안 센서표면에 반응한 가스의 탈착과정이 이루어진다. 이 과정 동안 구취와 반응한 센서의 출력값이 나타나게 된다. 구취 측정 후 주입구에 활성탄을 통과한 공기가 들어가도록 하여 센서가 반응하는지 측정하여 센서 표면에 구취가 탈착되었는지 확인하였다.

다음으로 구취 측정시 입안을 세척하지 않고 측정하는 방법과 입안 세척 후 측정하는 방법에 대해 구취측정기의 반응특성을 알아보기 위한 실험을 하였다. 입안 세척은 물로 입 안을 헹군 후 측정하는 방법을 사용하였다. 기초실험 후 센서의 감도를 조정하여 전기화학식 가스센서의 감지 범위를 10 ppb까지 측정할 수 있도록 센서의 감도를 조정하여 실험을 실시하여 그 차이를 알아보았다. 그리고 구취측정 평가의 한 방법으로 방사형 그래프 패턴을 비교하는 방법을 사용하여 패턴별 차이를 알아보았다.

또한, 구취 측정시 구취를 측정기에 직접 붙여 넣어 측정하는 방법과 구취를 냄새봉지에 채취한 뒤, 이를 측정기로 주입하여 측정하는 방법에 대한 차이를 알아보기 위한 실험을 진행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 구취측정기의 센서 재현성 평가 결과

구취측정기 센서의 재현성 평가를 위하여 임의의 구취를 대상으로 3회 측정을 실시하였으며, 구취 측정 후 반응한 구취가 센서에서 탈착되었는지 확인해 보기 위하여 활성탄을 이용하여 대조값을

확인하였다. 그 결과 대조값의 경우는 #4번 센서를 제외한 나머지 센서 출력값이 대부분 0에 가깝게 나온 반면, 구취의 경우 센서의 구취와의 반응특성에 따라 센서마다 센서 출력값이 다르게 나타나는 것을 알 수 있었다. 구취에 대해 3회 측정된 결과의 평균값을 결과로 사용하였으며, 표준편차는 센서별로 0.1~7.0로 나타났다. 재현성은 0.8 %RSD~5.7 %RSD로 양호하게 나타났다. 따라서 구취 측정기의 센서 출력값 차이와 재현성 평가 결과를 이용한 구취의 특성을 평가하는 것은 가능할 것으로 판단된다. Table 3에 구취 측정기의 대조값과 Panel의 측정 결과를 나타내었다.

Table 3. Sensor signals for blank test and for mouth odor test of panels

		Sensor						
		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
Blank	1st	0.0	0.2	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0
	2nd	0.0	0.5	0.0	1.9	0.0	0.0	0.1
	3rd	0.0	0.2	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0
Panel	1st	92.9	90.6	92.9	130.0	156.5	82.6	6.9
	2nd	91.4	94.9	90.6	121.7	157.4	83.4	6.9
	3rd	89.9	86.9	89.8	116.1	148.2	86.5	7.0
	Mean	91.4	90.8	91.1	122.6	154.0	84.2	6.9
	SD	1.5	4.0	1.6	7.0	5.1	2.1	0.1
	%RSD	1.6	4.4	1.8	5.7	3.3	2.4	0.8

3.2 입 안 세척 전 · 후에 따른 측정 결과

3.2.1 감도 조정 전 측정 결과

구취측정 전 입안 세척 유 · 무에 따른 측정 결과의 변화를 확인하기 위하여 입안 세척 전 · 후의 구취를 측정하였다. 입안 세척 전 · 후에 대한 실험 결과를 Table 4에 정리하였다.

Table 4. Sensors reaction Characteristics of oral cavity no rinsing and rinsing(Before adjusting the sensitivity)(n=3)

		Sensor							
		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	
Panel A	No Rinsing	Mean	107.3	85.9	85.3	157.0	154.3	65.3	7.2
		SD	5.2	3.8	4.6	7.4	2.1	2.0	0.0
		%RSD	4.8	4.4	5.4	4.7	1.3	3.0	0.0
	Rinsing	Mean	100.7	85.5	83.9	139.2	138.9	78.9	7.3
		SD	3.1	7.1	10.9	14.3	17.2	2.5	0.1
		%RSD	3.1	8.3	13.0	10.2	12.4	3.2	1.6
Panel B	No Rinsing	Mean	91.4	90.8	91.1	122.6	154.0	84.2	6.9
		SD	1.5	4.0	1.6	7.0	5.1	2.1	0.1
		%RSD	1.6	4.4	1.8	5.7	3.3	2.4	0.8
	Rinsing	Mean	76.5	84.3	73.5	97.3	133.5	82.1	7.0
		SD	3.6	10.8	11.3	6.2	10.6	3.4	0.4
		%RSD	4.7	12.8	15.4	6.3	7.9	4.2	5.0
Panel C	No Rinsing	Mean	109.1	111.2	164.1	129.0	184.6	81.6	7.2
		SD	1.9	3.2	7.0	4.8	2.2	0.6	0.2
		%RSD	1.7	2.9	4.3	3.8	1.2	0.7	2.9
	Rinsing	Mean	98.4	100.0	133.0	125.6	167.3	80.9	7.1
		SD	9.4	3.8	28.5	2.9	11.6	1.2	0.3
		%RSD	9.6	3.8	21.5	2.3	6.9	1.5	3.7

실험 결과 세척 전 측정하는 방법이 세척(물) 후 측정하는 방법에 비해 센서 출력값이 높게 나왔으며, 재현성도 세척 전 측정하는 방법이 물로 세척하는 방법보다 좋게 나오는 것으로 나타났다. 그리고 Panel별로 센서 출력값이 높거나 낮게 나타나는 센서의 종류가 다른 것을 확인할 수 있었다. 또한, Panel에 따라 센서별 출력값이 다르게 나타나는 것을 이용하여 Panel별 구취를 평가할 수 있을 것으로 판단된다.

센서의 재현성을 알아보기 위하여 세척 전 · 후 측정된 센서 출력값을 확인해 본 결과 세척 후에 비해 세척 전의 재현성이 좋은 것을 확인할 수 있었다. A panel의 경우 세척 후 #4과 #5 센서 출력값이 세척 전에 비해 재현성의 차이가 크게 나타나는 것을 확인할 수 있었으며, B panel의 경우 세척 후의 #3과 #5 센서 출력값이 세척 전에 비해 재현성의 차이가 낮고, C panel의 경우 세척 후의 #3 센서 출력값이 세척 전에 비해 재현성이 차이가 크게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 세척 후의 센서 출력값이 세척 전의 센서 출력값에 비해 센서 출력값이 낮아지고 재현성이 떨어지는 것을 알 수 있었다. Fig. 2에 감도조정 전 단계에서 세척 전 · 후에 따른 재현성 결과를 나타내었다.

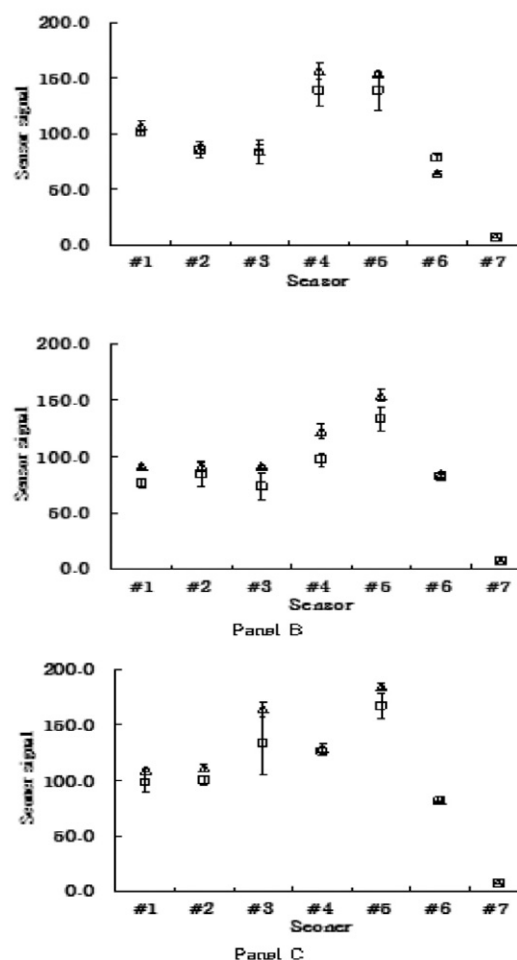


Fig. 2. Reproducible results of no rinsing and rinsing(Before adjusting the sensitivity).

3.2.2 감도 조정 후 측정 결과

감도 조정 전 단계의 실험에서 #7 전기화학식 가스센서의 출력값이 낮게 나타나 나머지 센서는 그대로 두고, #7 전기화학식 센서의 감지 범위를 10 ppb까지 감지할 수 있도록 내부의 저항 조정을 통해 센서의 감도를 조정 후 재차 실험을 실시하였다. 이 과정에서 #6 전기화학식 센서도 같은 저항 회로를 사용하는 관계로 감도 조정의 영향을 받아 앞의 실험과 다른 감도를 나타내게 되었다. 이 과정에서 전기화학식 센서만 감도가 바뀐 것이며, 반도체 센서는 영향을 받지 않았다.

결국, #7 센서의 감도를 조정하면서 #6의 암모니아 센서도 영향을 받아서 센서 출력값이 변화되었으나, 센서 출력값에 대한 변화만 있을 뿐 암모니아 센서의 감지 범위는 감도 조정 전 · 후가 0 ppm~100 ppm으로 동일하고 #7 황화수소 센서의 감지 범위만 10 ppb까지 낮아지게 되었다.

실험 방법은 앞의 절의 방법과 동일하며, 센서 감도 조정 후 입안 세척 유 · 무에 따른 측정 결과의 변화를 확인한 결과를 Table 5에 나타내었다.

Table 5. Sensors reaction Characteristics of oral cavity no rinsing and rinsing(After adjusting the sensitivity)(n=3)

				Sensor						
				#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
Panel A	No Rinsing	Mean	124.2	113.0	161.9	151.8	173.6	273.1	60.8	
		SD	8.9	10.7	15.5	8.7	12.0	12.1	1.4	
		%RSD	7.2	9.5	9.6	5.8	6.9	4.4	2.3	
Panel A	Rinsing	Mean	115.3	106.5	155.6	138.3	164.9	287.8	59.0	
		SD	3.7	6.0	10.9	2.7	5.4	3.1	0.6	
		%RSD	3.2	5.6	7.0	2.0	3.3	1.1	1.0	
Panel B	No Rinsing	Mean	102.4	103.8	135.5	131.8	166.0	305.8	58.4	
		SD	7.6	7.3	15.0	10.4	9.9	14.2	1.5	
		%RSD	7.4	7.0	11.0	7.9	6.0	4.6	2.5	
Panel B	Rinsing	Mean	94.1	111.8	137.0	113.3	162.9	296.0	57.1	
		SD	5.8	13.9	18.5	8.3	11.3	7.8	1.0	
		%RSD	6.1	12.5	13.5	7.3	7.0	2.6	1.8	
Panel C	No Rinsing	Mean	98.9	89.4	104.0	148.1	159.8	316.4	56.1	
		SD	1.5	3.9	6.5	6.7	1.1	16.2	0.5	
		%RSD	1.6	4.4	4.4	4.5	0.7	5.1	0.9	
Panel C	Rinsing	Mean	87.7	82.4	85.4	136.0	146.6	323.5	54.7	
		SD	5.2	7.7	9.9	12.6	9.7	8.7	0.7	
		%RSD	5.9	9.3	11.6	9.2	6.6	2.7	1.3	

실험 결과 세척 전 · 후의 센서의 재현성이 A panel의 경우 세척 전에 비해 세척 후의 재현성이 좋게 나타났다. B panel의 경우 #1, #4, #6, #7 센서에서 세척 전에 비해 세척 후의 재현성이 좋게 나타났으며, C panel의 경우 #7 센서에서 세척 전에 비해 세척 후의 재현성이 좋게 나타났으며 다른 센서의 경우 세척 전의 재현성이 좋게 나타났다. Fig. 3에 감도조정 후 세척 전 · 후에 따른 재현성 결과를 나타내었다.

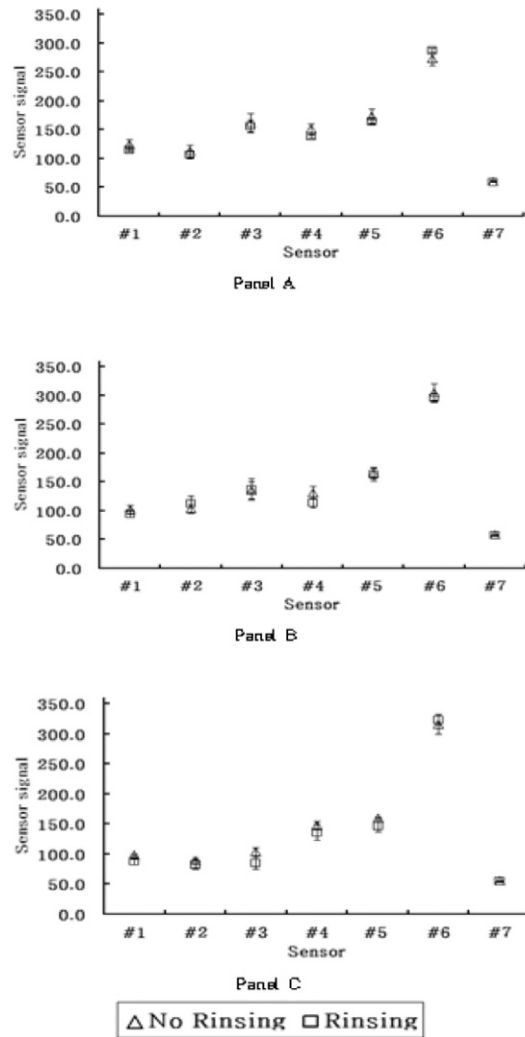


Fig. 3. Reproducible results of no rinsing and rinsing(After adjusting the sensitivity).

3. 3 가스센서의 패턴분석 결과

3.3.1 감도 조정 전의 패턴분석 결과

구취를 평가하기 위한 방법의 하나로 방사형 그래프를 이용한 패턴분석을 통하여 그 결과를 분석하였다. Fig. 4에 방사형 그래프를 활용하여 패널에 따른 패턴분석 결과를 나타내었다. 패널에 따라 세척(물) 전 · 후의 패턴을 분석해 본 결과 세척 전에 비해 세척(물) 후에 센서 출력값이 감소한 차이만 있을 뿐 패턴은 유사하게 나타났다. Fig. 5에 세척 전 · 후에 따른 패턴분석 결과(감도 조정 전)를 나타내었다. 패널에 따라 센서 출력값이 다르며 다른 패턴의 그래프가 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 7번 센서의 경우 센서 출력값이 낮게 나타나 패널에 따른 차이를 확인하기 어려웠다.

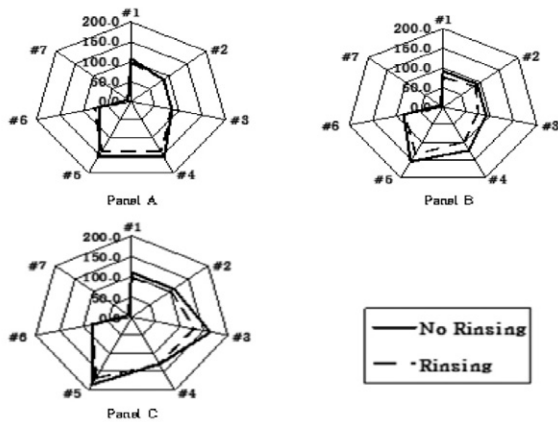


Fig. 4. Pattern analysis of panel (Before adjusting the sensitivity).

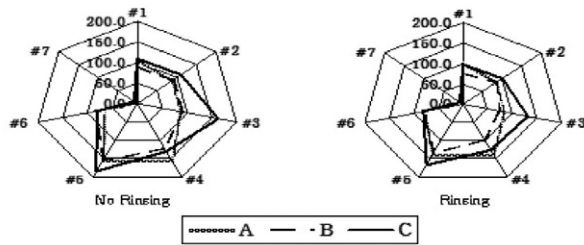


Fig. 5. Pattern analysis of no rinsing and rinsing (Before adjusting the sensitivity).

3.3.2 감도 조정 후의 패턴분석 결과

감도 조정 후의 자료를 이용하여 패턴 분석한 결과 감도 조정 전에 비해 조정 후에 전기화학식 센서 출력값이 높게 나타났다. Fig. 6에 감도조정 후의 패널에 따른 패턴분석 결과를 나타내었으며, 전기화학식 센서의 감지범위를 낮춘 결과 감도 조정 전에 비해 전기화학식 센서 출력값이 증가한 것을 알 수 있었다. 그리고 패널에 대한 패턴이 다르게 나타나는 것을 다시 한번 확인할 수 있었다.

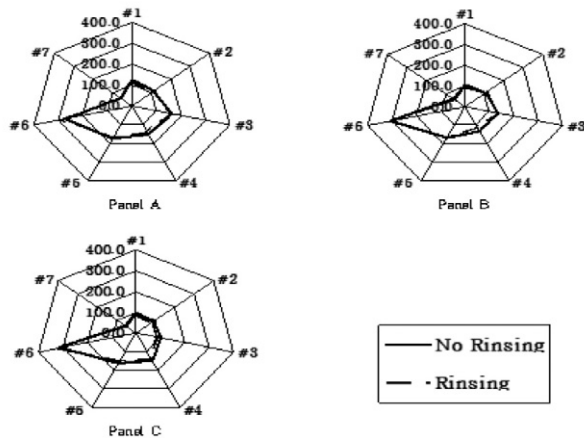


Fig. 6. Pattern analysis of participants (After adjusting the sensitivity).

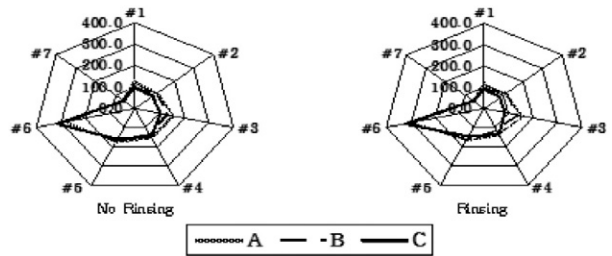


Fig. 7. pattern analysis of no rinsing and rinsing (After adjusting the sensitivity).

Fig. 7에 측정방법에 따른 패턴 분석 결과를 나타내었으며, 감도 조정 전에 비해 감도 조정 후에 물을 이용한 세척 전·후에 거의 동일한 패턴이 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 물을 이용한 세척 전·후에 센서 출력값의 차이만 조금 있을 뿐 패턴은 유사하게 나타났다.

3. 4 구취 주입방법에 따른 측정 결과

구취측정기를 이용한 구취측정시 구취의 주입방법에 대한 차이를 알아보기 위해 Fig. 8 주입방법을 나타내었으며, 냄새봉지는 Polyester 재질의 냄새봉지를 이용하였다.

Table 6. Result of indirect injection and direct injection(n=3)

		Sensor						
		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
Panel A	Indirect measurement	Mean 87.2	82.5	126.9	113.8	143.6	307.5	59.2
	SD	0.4	0.7	0.4	2.2	0.2	10.9	0.1
	%RSD	0.4	0.9	0.3	1.9	0.1	3.5	0.2
Panel B	Direct measurement	Mean 116.1	122.6	155.5	128.9	175.5	336.3	80.0
	SD	4.2	11.9	12.1	5.3	6.4	0.6	3.3
	%RSD	3.7	9.7	7.7	4.1	3.6	0.2	4.1
Panel C	Indirect measurement	Mean 73.7	78.5	76.8	138.7	131.7	242.9	55.5
	SD	1.4	1.0	0.6	1.3	0.6	24.4	0.1
	%RSD	1.9	1.3	0.7	0.9	0.4	10.0	0.1
Panel C	Direct measurement	Mean 75.9	86.5	63.8	141.5	143.2	313.8	58.6
	SD	2.5	0.9	8.7	13.4	15.0	11.4	0.8
	%RSD	3.2	1.0	13.6	9.5	10.5	3.6	1.4
Panel C	Indirect measurement	Mean 75.6	74.1	97.0	126.9	138.1	239.7	53.8
	SD	1.5	0.9	0.4	0.2	0.3	14.6	0.1
	%RSD	1.9	1.2	0.4	0.2	0.2	6.1	0.1
Panel C	Direct measurement	Mean 85.2	82.3	105.0	143.3	164.2	294.3	55.1
	SD	6.7	1.6	18.5	11.9	10.3	18.9	0.5
	%RSD	7.9	3.8	17.6	8.3	6.3	6.4	0.9

실험은 구취를 직접 주입하는 방법과 구취를 냄새봉지를 이용하여 측정하는 방법으로 실험을 진행하였다. 실험은 직접 주입하는 방법과 냄새봉지를 이용하여 측정하는 방법에 대하여 각각 3번씩 측정하였으며, 실험 결과 직접 사람이 구취를 구취측정기로 측

정하는 방법보다 냄새봉지를 이용하여 측정했을 때 센서의 재현성이 좋은 것으로 나타났다. Table 6에 측정 방법에 따른 실험 결과를 나타내었다.

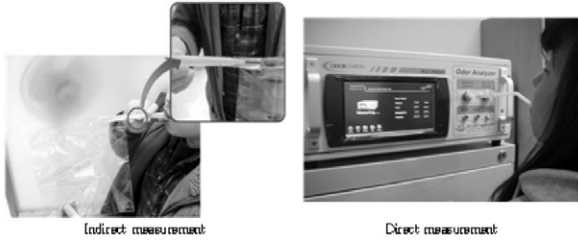


Fig. 8. Indirect injection and direct injection.

Fig. 9에 시료 주입방법에 따른 패턴분석 결과를 나타내었다. 냄새봉지를 이용하여 측정하는 방법과 사람이 직접 입김을 주입하여 측정하는 방법의 패턴을 비교해 본 결과 센서 출력값은 낮게 나왔지만 패턴은 동일한 패턴을 보이고 있어 센서의 재현성이 좋은 냄새봉지를 이용한 측정방법을 사용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

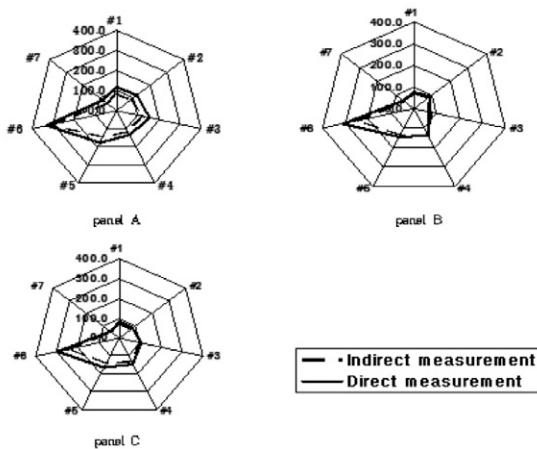


Fig. 9. Pattern analysis of indirect measurement and direct measurement.(After adjusting the sensitivity).

4. 결 론

1. 화학 가스센서를 이용하여 구취측정기의 센서 재현성을 평가한 결과 재현성이 양호하게 나타나 구취측정기의 센서 출력값 차이와 패턴분석을 이용한 구취 평가가 가능하다고 판단된다. 또한 구취 측정시 panel 입안의 세척 전·후 결과에서는 입안 세척 후 측정하는 방법이 세척 전 측정하는 방법에 비해 센서 출력값이 낮아지고 재현성도 떨어지는 것을 확인할 수 있었다.

2. 전기화학식 가스센서의 경우 반도체식 가스센서에 비해 감도는 떨어지나 재현성은 좋게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 반도체식 가스센서의 경우 전기화학식 가스센서에 비해 구

취에 대한 감도가 좋기 때문에 반도체식 가스센서와 전기화학식 가스센서를 병행하므로써 감도와 재현성 문제를 극복할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 실험 결과를 통하여 반도체식 가스센서의 황화수소계 센서 감도가 다른 센서에 비해 더 우수한 것을 확인할 수 있었다. 또한 감도 조정 전·후의 실험 결과로 전기화학식 센서의 출력값이 감도 조정 전 보다 높아진 것을 확인할 수 있었으며, 낮은 농도의 가스를 검지하여 패턴 분석이 좀 더 정확해질 것으로 판단된다.

4. 반도체식 가스센서와 전기화학식 가스센서를 이용한 구취측정 시 직접 측정하는 것보다 냄새봉지를 이용하여 측정 하는 것이 센서의 재현성이 더 좋게 나오는 것을 확인할 수 있었으며, 측정의 오차를 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2008년 ~ 2010년 지식경제부 지역연계기술개발사업의 지원으로 이루어졌습니다.

REFERENCES

[1] Jung Pyo Hong, "Special edition : Halitosis", *The Journal of Kyung Hee University Medical Center*, vol. 6, no. 1, pp. 4-8, 2000.

[2] Young Ku Kim, "Oral maoldor", *Shinhung International Inc.*, 2008.

[3] Il Hwan Choi, "The study on the fabrication and sensing characteristics of semiconductor gas sensor array for the electronic nose system", *Daejeon University*, Master's Thesis, 2006.

[4] Hyung Ki Hong, Hyun Woo Shin, Hyeon Soo Park, Dong Hyun Yun, Chul Han Kwon, and Kyu Chung Lee, "Fabrication of electronic nose system by oxide semiconductor gas sensor array and pattern recognition technique", *Proceedings of 1991 STRC Meeting on Sensor Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 295-299, 1995.

[5] 2006 Spielman AI, Bivona P, and Rifkin BR "Halitosis: a common oral problem", *N Y Dent J*, vol. 62, no. 1, pp. 36-42, 1996.

[6] Tonzetich J and Johnson PW, "Chmical analysis of thiol", *Disulphide and Total Sulphur Content of Human Saliva*, *Arch Oral Biol*, vol. 22, no. 2, pp. 125-131, 1977.

[7] Sun Tae Kim, Il Hwan Choi, and Min Soo Park, "The application of taguchi experimental design method for

- the evaluation of the optimal odor sensor fabrication conditions”, *Journal of KSEE*, vol. 25, no. 10, pp. 1318-1323, 2003.
- [8] Han Soo Kim, Sun Tae Kim, Cheol Hyo Lee, and Sang Do Han, “Hydrogen sulfide sensing characteristics of thick-film WO_3 and WO_3 - $PdCl_2$ sensors”, *Journal of KSEE*, vol. 25, no. 1, pp. 17-23, 2002.
- [9] Deuk Sang Ma and Dai Il Paik, “A Study on the effect of oral hygiene methods in reduction of oral malodor”, *The Journal of the Korean Academy of Dental Health*, vol. 14, no. 1, pp 91-97, 1990.
- [10] Soo Min Bae, Ju Youn Lee, Jeom Il Choi, and Sung Jo Kim, “The effect of a full mouth disinfection on oral malodor in chronic periodontitis patients”, *Journal of Periodontal & Implant Science*, vol. 36, no. 1, pp. 829-837, 2006.
- [11] Ga Ryoung Lee, “The prevalence of halitosis and it’s related factors among some dental hygiene students”, *The Journal of the Korean Academy of Dental Health*, vol. 31, no. 2, pp. 286-294, 2007.
- [12] Hye Sook Park, “Effect of oral hygiene controllability on the subjective oral malodor”, *The Journal of Korean Academy of Oral Medicine*, vol. 33, no. 2, pp. 147-158, 2008.
- [13] Hye Young Heo, Seung Chul Shin, Ja Won Cho, and Kwang Sig Park, “A study about the relationship between worker’s mouth-odor survey and factor analysis”, *The Journal of the Korean Academy of Dental Health*, vol. 29, no. 3, pp. 368-384, 2005.
- [14] Moon Soo Park, Young Ku Kim, Sung Chang Chung, and Sung Woo Lee, “Epidemiologic study on oral malodor for Korean”, *The Journal of Korean Academy of Oral Medicine*, vol. 26, no. 2, pp. 107-114, 2001.
- [15] Hyun Jung Kwon, Ji Won Park, Mi Sook Yoon, Sung Kyun Chung, and Man Deuk Han, “Factors associated with self-reported halitosis in Korean Patients”, *The Journal of the Korean Academy of Dental Health*, vol. 32, no. 2, pp. 231-242, 2008.
- [16] 김진성, 류봉하, “구취환자의 임상적 특징”, 대한 의학회지, 제28권, 제2호, pp. 13-21, 2007.
- [17] Seung Chul Shin and Keon Soo Lee, “An epidemiological study on malodor status in Korean people”, *The Journal of the Korean Academy of Dental Health*, vol. 23, no. 4, pp. 343-359, 1999.
- [18] 손영목, “가스센서의 최근 개발동향”, 한국과학기술정보연구원, 2004.



이 석 준(Seok-Jun Lee)

- 2010년 대전대학교 환경공학과(공학사)
- 현재 대전대학교 대학원 환경공학과 석사과정
- 주관심분야: 가스센서, 센서 모듈 및 시스템



김 선 태(Sun-Tae Kim)

- 1986년 서울대학교 농화학과(학사)
- 1988년 서울대학교 환경대학원(석사)
- 1992년 일본 Kyoto대학 위생공학과(박사)
- 1992년~현재 대전대학교 환경공학과 교수
- 주관심분야 : 가스센서, 환경계측시스템, 센서 모듈 및 시스템



김 한 수(Han-Soo Kim)

- 1998년 대전대학교 환경공학과(공학사)
- 2000년 대전대학교 환경공학과(공학석사)
- 2007년 대전대학교 환경공학과(공학박사)
- 2004년~현재(주)과학기술분석센터 환경사업부
- 주관심분야: 가스센서, 센서 모듈 및 시스템