

## PB6) 하수처리장 단위공정별 악취발산속도의 측정 Measurement of Odor Emission Velocity with Unit Processes in the Sewage Treatment Plant

김선태 · 최일환 · 박주철 · 김재형<sup>1)</sup>  
 대전대학교 환경생명공학과, <sup>1)</sup>충남도청 복지환경국

### 1. 서 론

현재 우리나라 하수처리장의 운영은 1997년부터 민간위탁, 민자유치사업을 중심으로 추진되어 왔으며 2003년 말 현재 전국의 하수종말처리 시설은 242개소로 날로 증가 추세에 있다.(환경부, 2003년) 이중 약 50%의 사업소는 민간위탁 운영되고 있어, 이에 따른 관리실태가 절실히 요구되는 실정이다.

이러한 사업소에서 배출되는 대기오염물질을 관리하기 위해서는 대기질에 영향을 끼치는 오염물질의 종류, 농도 및 양에 대한 객관적인 평가가 수행되어야 하나, 다양하고 광범위한 배출원을 갖는 오염원을 평가하는 데에는 많은 한계가 존재하고 있어, 그 문제점을 해결하기 위한 방안으로는 다양한 공정이 존재하는 경우 해당 공정에 대한 직접적인 평가를 통하여 실험적인 악취배출량을 산정하는 방법이 매우 신뢰성 있으며 효율적인 평가방법이라 하겠다.

이에 본 연구에서는 대도시 하수처리장에서 배출되는 악취현상을 평가하기 위하여 4종류의 반도체 가스센서를 활용한 악취발산속도 챔버 시스템(OSC; Odor Sensing Chamber System)을 개발 및 제작 후 하수처리장내 처리공정별 악취 물질의 발산속도를 평가함으로써 단위시설에 따른 배출현황 파악과 악취 확산현상 모의시 배출량 입력에 필요한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

### 2. 연구 방법

본 연구에서는 일일 백십만톤의 하수를 처리하는 시설을 연구대상으로 선정하였고, 이러한 사업장에서 주로 민원시 되는 대표적 악취물질인 NH<sub>3</sub>, TMA, CH<sub>3</sub>SH, H<sub>2</sub>S 가스를 검지하기 위한 4종류의 반도체 가스센서를 개발하였다. 가스센서 개발에서는 고유의 검지 선택성과 센서의 성능을 향상시키기 위한 작업으로 모놀리thic 뿐만 아닌 귀금속 산화물 종류를 첨가물로 사용하여 센서의 성능을 최대한 향상시켰다. 또한 이렇게 제작되어진 가스센서를 OSC system에 적용시켜 상·하부에 4종류 센서를 설치하여 총 8개의 가스센서 Array로 이루어진 chamber system이 구축되었다. OSC system은 그림 1과 같은 구조로 외형은 일정한 단면적(20cm×20cm)을 갖는 직사각형의 아크릴 기둥(115cm) 형태로 단위면적당 악취발산속도를 평가하도록 고안되었고, 최하단면적으로부터 5cm 떨어진 부분에는 슬라이드식 개폐장치를 설치하여 측정 준비 과정에서 chamber 내부로 유입될 수 있는 가스를 차단하고자 하였다.

센서는 하단에서부터 30cm 떨어진 부분에 4종류의 하부센서와 하단부분에서 100cm 떨어진 부분에 하부센서와 동일한 4종류의 상부센서를 설치하여 발산되는 악취가스가 chamber 내부로 확산되어 하부의 센서가 먼저 반응을 시작하게 되고, 상부의 센서가 이어서 반응하여 총 소요되는 시간을 측정하게 된다. 결국, 이와 같은 원리로 상·하부 센서의 이격거리와 반응한 시간차를 고려하여 악취가스의 발산속도를 확인할 수가 있다.

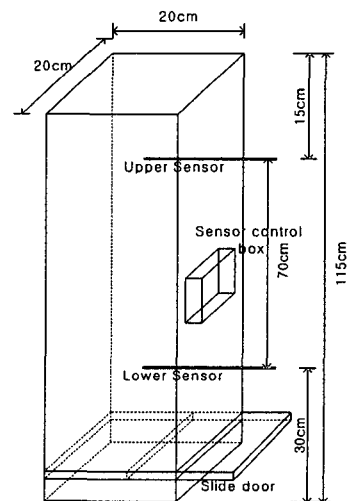


Fig. 1. Odor Sensing Chamber System.

### 3. 결과 및 고찰

하수처리장의 주요 악취배출원은 협작물처리장, 침사지, 침전지, 포기조, 최종침전지, 가압부상농축조, 토양 탈취장, 혼합슬러지저류조 및 탈수시설 등이며, 이들 대표 단위공정별 배출원에서 발생하는 악취발산속도 측정결과를 표 1에 나타내었다. 여기서  $\Delta t(\text{sec})$ 는 각 단위공정에서 측정된 악취배출물질의 발산속도를 OSC system을 통

해 확인한 결과로서, 각각의 공정에서 3회 반복 실험한 후 4종류의 센서가 반응하는 시간을 측정하여 산술평균을 통해 얻어졌다.

또한,  $\Delta l(m)$ 은 OSC system의 상·하부 센서 이격거리로 결국  $\Delta l/\Delta t$ 의 계산과 온도보정의 식을 통해 각 단위공정별 Emission Velocity(cm/sec) 결과가 확인되었다. 그 결과 활성슬러지와 토양탈취장, 탈수 케이크, 최초침전지의 순으로 높은 배출속도가 평가되었고, 가압부상농축조 및 최종 침전지에서는 가장 낮은 배출속도가 평가되었다. 그림 2에 배출속도가 가장 낮게 평가된 가압부상농축조에서의 4종류의 센서 중 대표적으로 NH<sub>3</sub> 가스센서의 감응특성을 나타내었으며, 그림 3 또한 가장 높은 배출속도로 평가된 활성슬러지의 NH<sub>3</sub> 가스센서의 감응특성을 나타내어 두 공정에서의 NH<sub>3</sub> 가스에 대한 배출특성에 대하여 비교하였다. 그 결과 그림에서도 비교할 수 있듯이 활성슬러지에서의 센서 감응 곡선이 뚜렷함이 확인되었고, 상·하부 센서의 반응속도 또한 활성슬러지의 속도가 27sec, 가압부상농축조의 속도가 40sec로 약 두 배정도 빠른 약취배출속도 특성을 보인다.

Table 1. The results of Emission Velocity with Unit process.

Site	$\Delta t(sec)$				$\Delta l(m)$	Emission Velocity (cm/sec)	Site	$\Delta t(sec)$				$\Delta l(m)$	Emission Velocity (cm/sec)
Screen residue	NH <sub>3</sub>	TMA	CH <sub>3</sub> SH	H <sub>2</sub> S	0.7	1.60	Air Flotation Thicker	NH <sub>3</sub>	TMA	CH <sub>3</sub> SH	H <sub>2</sub> S	0.7	1.36
	48.0	43.0	45.0	39.0				55.0	50.0	49.0	-		
	Average 43.8							51.3	Average 29.4				
SD 3.77				SD 3.21				SD 4.75					
%CV 8.63				%CV 6.26				%CV 16.17					
Grit chamber	NH <sub>3</sub>	TMA	CH <sub>3</sub> SH	H <sub>2</sub> S	0.7	1.87	Soil Filter	NH <sub>3</sub>	TMA	CH <sub>3</sub> SH	H <sub>2</sub> S	0.7	2.38
	36.0	40.0	37.0	37.0				22.5	30.0	32.0	33.0		
	Average 37.5							Average 29.4					
SD 1.73				SD 4.75				SD 4.75					
%CV 4.62				%CV 16.17				%CV 16.17					
Primary Sedimentation Tank	NH <sub>3</sub>	TMA	CH <sub>3</sub> SH	H <sub>2</sub> S	0.7	2.00	Activated sludge	NH <sub>3</sub>	TMA	CH <sub>3</sub> SH	H <sub>2</sub> S	0.7	2.80
	35.0	31.0	35.0	39.0				28.0	23.0	25.0	24.0		
	Average 35.0							Average 25.0					
SD 3.27				SD 2.16				SD 2.16					
%CV 9.33				%CV 8.64				%CV 8.64					
Final Sedimentation Tank	NH <sub>3</sub>	TMA	CH <sub>3</sub> SH	H <sub>2</sub> S	0.7	1.39	Dewater cake	NH <sub>3</sub>	TMA	CH <sub>3</sub> SH	H <sub>2</sub> S	0.7	2.35
	43.0	58.5	53.0	47.0				23.0	31.0	31.0	34.0		
	Average 50.4							Average 29.8					
SD 6.80				SD 4.72				SD 4.72					
%CV 13.50				%CV 15.86				%CV 15.86					
Aeration Tank	NH <sub>3</sub>	TMA	CH <sub>3</sub> SH	H <sub>2</sub> S	0.7	1.87	Sludge storage	NH <sub>3</sub>	TMA	CH <sub>3</sub> SH	H <sub>2</sub> S	0.7	1.93
	40.0	40.3	32.0	-				42.0	34.0	35.0	34.0		
	Average 37.4							Average 36.3					
SD 4.72				SD 3.86				SD 3.86					
%CV 12.60				%CV 10.65				%CV 10.65					

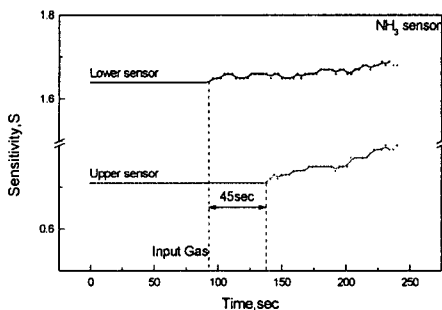


Fig. 2. Sensing characteristics of NH<sub>3</sub> sensor in Air Flotation Thicker.

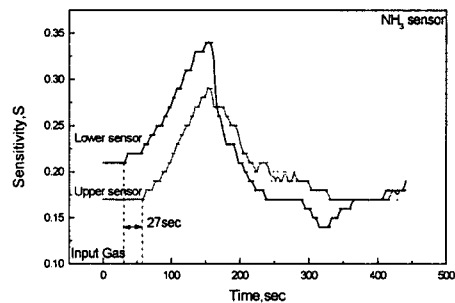


Fig. 3. Sensing characteristics of NH<sub>3</sub> sensor in Activated sludge.