

# PA39)            검지관을 이용한 고농도 황화수소 측정의 가능성 평가

## Feasibility Study of High Level Hydrogen Sulfide Measurement using Detector Tube

정현식 · 김연주 · 홍대웅 · 오화석  
 환경관리공단 환경분석연구센터

### 1. 서 론

현행 악취공정시험방법(2007. 11)에서는 황화수소를 포함한 황화합물 4종에 대한 기기분석은 저온농축 후 GC를 이용하여 실시하게 되어 있다. 저온농축-GC 분석법은 대기 환경 중에 존재하는 수~수십 ppb 수준의 황화합물의 농도를 측정하기 위한 시험방법으로 낮은 검출한계와 높은 재현성을 보이는 장점을 가지고 있다. 최근 들어서는 악취문제를 근본적으로 해결하기 위해 일반 대기 중 지정악취물질의 모니터링 뿐만 아니라 악취배출원에 대한 관심이 증가하고 있어 많은 연구가 진행되고 있는 상황이다. 황화합물의 경우에도 하·폐수처리장 등 환경기초시설과 축산시설 등 수~수백 ppm 수준의 고농도 배출원 시료가 점차 증가하고 있다. 기존의 저온농축-GC 분석법을 이용하여 고농도 황화합물 분석을 실시할 경우, 검출기의 선형성 확보 구간을 넘어서는 시료에 대해서는 별도의 희석과정이나 농축량 조절을 통해 검량범위 내에서 분석이 진행되어지도록 하는 등 많은 번거로움이 있다. 또한 황화합물의 특성상 시료채취 후 폴리 에스테르, 테플라, 알루미늄등의 시료주머니 내에서 화학반응에 의한 성분 변화와 내부 벽면에 흡착될 가능성이 있어 실험실에서 분석하였을 때 실제 농도보다 낮은 결과를 얻게 되는 경우가 발생한다. 이에, 본 연구에서는 하, 폐수처리장 등 현장에서 황화합물 간이 측정에 많이 사용되고 있는 검지관과 저온농축-GC/FPD 시스템 간 분석 결과 비교를 통해 고농도 황화합물에 대한 검지관의 적용 가능성을 알아보았다.

### 2. 연구 방법

표 1은 본 연구에서 사용한 검지관(Gastec, Japan)의 특성을 나타낸 것이다. 시료는 검지관의 측정 범위를 감안하여 황화수소 농도가 2.0ppm 이하를 보인 시료 군(Group 1)과 2.0ppm을 초과한 농도를 나타낸 시료 군(Group 2)으로 구분하였다. Group 1과 Group 2에 해당하는 시료의 표본 수는 각각 29개와 34개였다.

Table 1. The information of Detector tube.

	Group 1	Group 2
Measuring Range	0.2~2.0ppm	2.5~60ppm
Detection Limit	0.05ppm	0.1ppm
Color Change	Pale Yellow → Reddish Brown	White → Brown
Detector tube model	No.4LT	No.4LL

표 2는 열탈착장치(Thermal Desorber, 이하 TD)와 GC-FPD로 구성된 황화합물 분석시스템에 대한 분석 조건을 나타낸 것이다. 분석 실험은 황화수소 표준가스( $H_2S$  103 $\mu$ mol/mol, KRISS)를 희석하여 제조한 2차 표준가스와 환경기초시설 등에서 채취한 실제 악취시료를 이용하여 진행하였다.

Table 2. The information of GC system and analytical condition.

GC system	Thermal Desorber(Unity, Markes), GC/FPD(GC-2010, Shimadzu)
Analytical condition	CP-Sil 5 CB (60m × 0.32mm × 5 $\mu$ m) 50 $^{\circ}$ C(5min) → 10 $^{\circ}$ C/min → 200 $^{\circ}$ C(1min) → 40 $^{\circ}$ C/min → 240 $^{\circ}$ C(1min) Detector temperature: 250 $^{\circ}$ C, Carrier gas : N <sub>2</sub> Trap temperature: -15 $^{\circ}$ C, Transfer line temperature: 80 $^{\circ}$ C, Pressure: 16.8psi

### 3. 결과 및 고찰

검지관의 분석은 Group 1(황화수소 농도 2.0ppm 이하)과 Group 2(황화수소 2.0ppm 초과) 으로 나누어 진행되었다. 그림 1은 황화합물 분석시스템에서 구한 분석 값을 기준으로 검지관법에서 얻어진 황화수소 농도 값의 차이를 백분율로 환산하여 얻은 오차율을 가지고 나타낸 히스토그램이다. Group 1에서의 평균 오차율은 37%를 나타내었으며, 전체 시료 29개 중 60%인 18개가 오차율 30% 미만을 나타내었다. Group 2의 경우 오차율 20% 미만이 전체 시료의 60%를 나타내었다. Group 2의 평균 오차율은 17%로 나타났다. 이 결과를 볼 때 2.0ppm 이상의 황화수소 농도에서 검지관과 황화합물 분석시스템에서 얻어진 분석결과의 차이가 작다는 것을 알 수 있다.

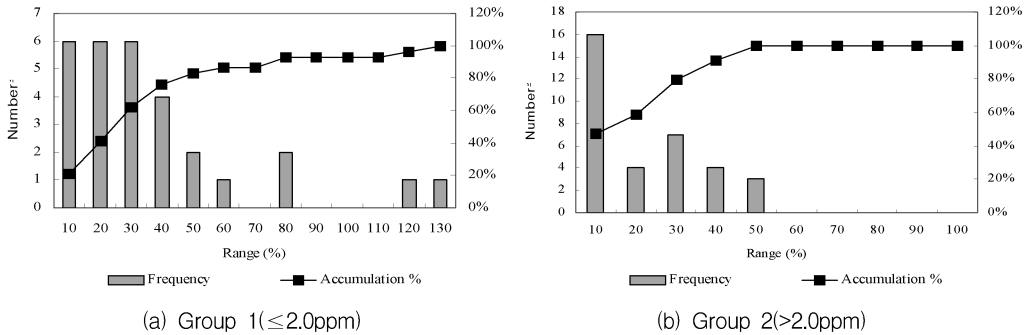


Fig. 1. Error percentage distribution of Group 1 and Group 2.

그림 2는 검지관과 황화합물 분석시스템에서 얻어진 농도 간의 상관관계를 나타낸 것이다. Group 1과 Group 2 모두 상관계수( $R^2$ )가 0.9이상으로 높은 상관성을 나타내었다.

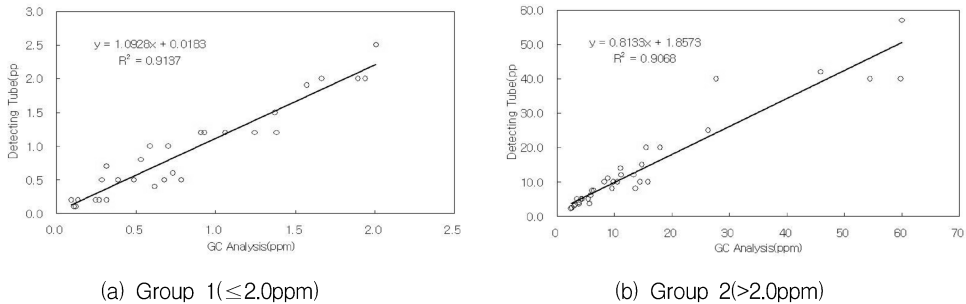


Fig. 2. Comparison with the concentrations by TD-GC/FPD analysis system and Detector tube.

위 결과를 종합해 볼 때 고농도 황화수소 분석 시 검지관을 이용한 분석은 사전 분석 측정과 현장에서의 간이테스트로 효과적인 역할을 할 수 있을 것으로 판단되며, 이를 통해 얻은 농도값을 바탕으로 황화합물 분석시스템에 농축되어지는 시료량 결정에 유용하게 이용될 수 있으리라 생각된다.

### 참고 문헌

- 국립환경과학원 (2007) 악취공정시험방법.
- 전의찬, 박종호, 윤석경, 사재환 (2005) 검지관을 이용한 자동차정비 도장공정 방지시설의 간이효율측정 연구, 한국대기환경학회 추계학술대회 논문집, 332-333.
- 환경부 (2008) 악취방지법.