

2E3) GC/PFPD/SPIS-TD를 이용한 황 화합물의 실시간 농도분포 특성 연구

A Study on the Concentrations of Sulfur Compounds Using a GC/PFPD/SPIS-TD

김덕현 · 김완중 · 이동수¹⁾ · 한진석²⁾ · 서충렬²⁾, 이수형³⁾

한국산업기술대학교 약취 및 VOCs 연구소, ¹⁾연세대학교 화학과,

²⁾국립환경연구원 대기연구부, ³⁾(주)도남인스트루먼트 기술연구소

1. 서 론

국가적으로 운영되는 국가산업단지는 악취를 포함한 유해 대기오염물질이 다량으로 배출되어 악취 피해의 민원이 증가하면서 이에 따른 악취 저감 대책 및 규제대책 마련에 관심이 높아지고 있다. 특히 악취는 여러 가지 성분이 복합적으로 존재하고 후각에 의해 인지되기 때문에, 감각공해로서 후각의 개인적 차이와 기후와 지리적 여건에 따라 그 피해 정도가 달라지게 된다. 이러한 악취의 특성을 고려하면, 정량적으로 산출하기가 매우 까다롭고, 그에 따른 악취규제대책 마련도 매우 복잡할 수 있다. 우리나라는 악취측정법을 직접관능법, 공기회석관능법, 기기분석법으로 대기환경보전법에 제시되고 있다. 직접관능법은 악취가 감각공해이기 때문에 직접적인 측정이 매우 정확하다고 판단되지만, 인간의 후각에 대한 개인적 차이에 따라 주관성이 많이 내재되어 있기 때문에 객관적인 데이터로 나타낼 수 있는 기기분석법을 병행하고 있다. 본 연구의 목적은 시화 국가산업단지와의 인접한 주거지역에서 발생하는 악취 민원에 대한 근본적인 대책마련을 위해서 시화지역의 악취원인물질에 대한 규명을 위해서 4개의 황 화합물에 대하여 Off-line이 아닌 On-line System을 활용하고자 하였다. 따라서, 공단지역에서 발생하는 황 화합물을 GC/PFPD와 온라인 샘플링과 동시에 저온 농축되는 열탈착 전처리시스템(SPIS-TD)를 이용하여 실시간 농도산출에 중점을 두었으며, 이를 근거로 시화공단에서 발생하는 황 화합물의 시간대별 발생농도를 추정 하였다. 또한, 시화지역의 악취원인물질로 예상되는 기체성분에 대하여 실시간으로 분석하고 그 결과를 종합하여 지역 주민의 민원과의 연계성을 규명하여 악취의 농도 변동과 악취발생의 연관성을 밝혀 주변지역의 악취오염물질에 대한 평가가 이루어져 근본적인 저감대책을 수립하는데 도움을 주고자 하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 악취 민원이 가장 많이 발생하는 기간 중 하절기를 중점으로 2003년 6월부터 2003년 8월(3개월)동안 약 3개월에 걸쳐 연구하였다. 조사 대상지역으로는 경기도 시흥시의 시화 국가산업단지를 선정하였고, 국가산업단지와의 주거지역의 중간지점에 위치한 한국산업기술대학교를 샘플링 위치로 선택하였다. 분석방법은 열탈착 전처리 시스템(SPIS-TD, Donam)을 가스크로마토그래피(DS 6200, Donam)에 연결하여 분리하였고, Pules Flame Photometric Detector,(PFPD)로 검출하였다. 분석조건을 표1에 나타내었다.

Table 1. On-line System Operating Parameter

DS6200 (Donam Instruments)		SPIS-TD (Donam Instruments)	
Column	SPB-1, 30 m×0.32mm×4 um	Sampling(adsorption) Flow	100 ml/min
Column flow	1.5 ml/min	Sampling(adsorption) Temp.	-20 ℃
Initial temp.	30 ℃	Desorption Temp.	280 ℃
Final temp.	260℃	Desorption Time	2 min
Initial time	3 min	Desorption Flow	2 ml/min
Final time	3 min	Injection Volume	250 ul
Ramp rate	15 ℃/min	(Loop Injection)	
PFPD temp.	250 ℃	Split Ratio	16:1

시료의 유입은 지공펌프와 MFC를 이용하여 일정한 유량으로 시료가 저온 포집관을 통과하도록 하였다. 또한, 저온 농축을 위하여 펠티어 소자를 이용하여 최대 -25°C 까지 저온을 유지할 수 있도록 하였다. 전처리 시스템은 다음과 같은 과정으로 전처리가 이루어진다. 먼저, 온-라인으로 채취된 시료는 -20°C 로 유지되는 저온 포집관에 포집된다. 그 후 온도를 가하여 열탈착 시키며, 탈착된 시료는 시린지에 유입되어 저장된 후 샘플 루프에 채워져 컬럼으로 주입된다. 분석에 사용한 FFPD는 황 화합물의 연소 시 Plus 형태로 수행되기 때문에 일반적으로 사용하는 FPD보다 10-100배 정도의 감도가 더 좋은 것으로 알려져 있다. 황 화합물의 표준가스는 Scotspecialty gases Inc.에서 약 230ppb~280ppb의 농도로 제조하였고, 회석장비를 활용하여 저 농도로 회석하여 활용하였다.

3. 결과 및 고찰

시화 국가산업단지내의 한국산업기술평화대학에서 실시간으로 3개월 동안 황 화합물을 대상으로 분석한 결과 발생빈도가 $\text{DMS} > \text{DMDS} > \text{MM} > \text{H}_2\text{S}$ 의 순으로 나타났으며, 검출빈도가 가장 높은 시간은 새벽1에서 5시

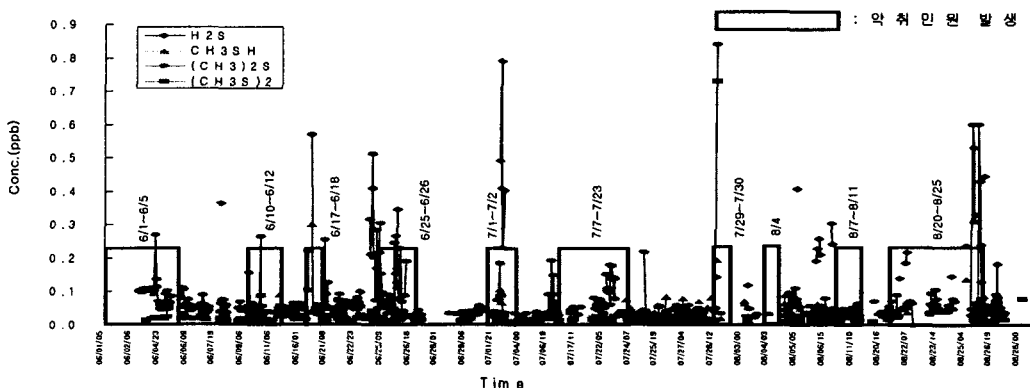


Fig. 1. Analysis result of sulfur compounds

까지 높은 수치를 보였다. 이것은 시화지역의 기후의 영향 즉 낮에는 남서풍이 밤에는 남동풍의 영향으로 시화지역 인근에 위치한 반월공단의 영향이 크게 작용한 것이라 판단되며, 야간 조업이 많이 이루어지고 있다고 생각된다. 또한, 그림1에서 보는 바와 같이 악취 민원이 발생한 일과 황화합물이 다소 높은 수치를 보이는 날의 경우가 상당히 정확하게 일치하는 것을 알 수 있다. 그리고 비가 오는 날에는 모든 황 화합물이 거의 나타나지 않았으며, 그 이유는 황 화합물의 수분과의 반응으로 인한 것이라 생각된다. 마지막으로 본 연구결과를 바탕으로 On-line System의 활용성과 시화지역의 악취관리 시스템 구축에 유용한 자료로 도움이 되고자 하는 바이다.

사 사

본 연구는 환경부 “시화 국가산업단지 악취감지시스템 구축 시범사업”의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- 김덕현(2001), 시화·반월공단 대기오염조사를 통한 DB 구축, 시흥환경기술개발센터
- W. Wardencki(1998), "Problems with the determination of environmental sulphur compounds by gas chromatography", J. Chromatography A.