

**MA2) 유리코일/HPLC 시스템을 이용한 시화공단의 카르보닐화합물의 분석에 관한 연구**

**A Study on the Analysis of Carbonyl Compounds in the Si-Hwa Industrial Areas by Using Pyrex Coil/HPLC Systems**

이종민 · 김연정 · 강은하 · 이재훈  
 광주과학기술원 환경공학과 대기화학연구실

**1. 서 론**

최근 전국적으로 생활수준이 향상됨에 따라 생활환경의 질적 향상에 대한 욕구가 높아져 그다지 문제시되지 않았던 냄새를 악취로 여기게 되었으며 이를 민원으로 제기하는 사례가 늘고 있다. 이미 선진국을 비롯한 상당수의 국가에서 많은 관심의 대상이 되어왔던 알데히드류와 키톤류 등과 같은 카르보닐계 화합물(Carbonyl compounds)은 악취의 원인물질일 뿐만 아니라 인체에 대해 악영향을 미치고 있다. 특히 카르보닐 화합물중 포름알데히드(Formaldehyde)는 호흡기 계통의 질병 및 피부 알레르기를 유발시키는 것으로 보고되고 있다. 그러나 일반적으로 악취의 원인물질은 대기중에 다양하게 존재하며 다른 악취물질들과 상호영향을 미쳐 전체적인 악취를 유발할 수 있기 때문에 정확한 악취원인물질을 규명하기가 매우 어렵다. 특히, 본 조사연구대상인 안산시에 위치하는 시화공단은 해안 매립형 공단으로서 산업단지와 주거단지가 인접하여 악취와 관련한 구조적인 문제점을 내포하고 있어 원인규명이 쉽지 않은 상태이고 사회적인 관심과 주민들의 불평이 증가하는 경향을 나타내고 있는 실정이다. 따라서 본 조사연구의 목적은 시화지구의 악취문제에 대한 원인물질중 카르보닐화합물의 정성 및 정량분석을 수행하여 시화지구의 악취 유발 물질에 대한 규명 및 대책수립에 기여하고자 한다.

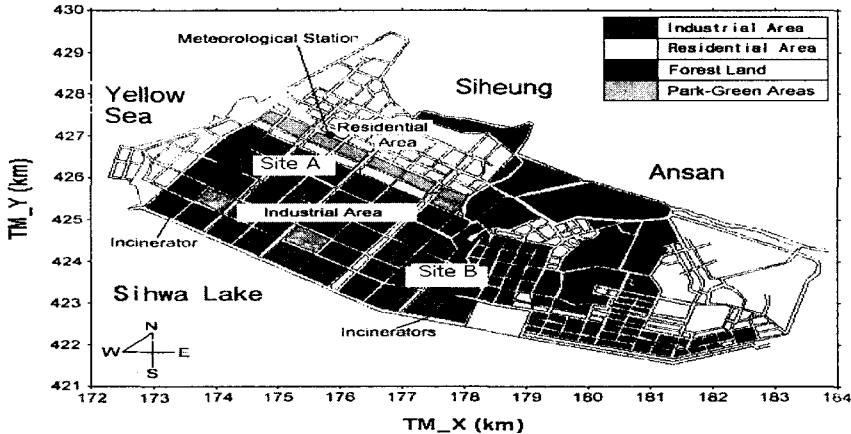


Fig 1. The sampling sites in the Si-Hwa industrial areas

**2. 연구 방법**

본 연구에서는 카르보닐계화합물의 대표적인 악취원인물질로 추정되는 포름알데히드(Formaldehyde), 아세트알데히드(Acetaldehyde), 프로피온알데히드(Propionaldehyde), 아크로레인(acrolein) 등을 중심으로 분석을 수행하였다. 시료채취 일시는 1999년 8월 16일부터 22일까지 7일간 이었고, 두 군데의 시료채취지점에서 9시간동안 1시간 주기로 연속측정을 수행하였다. 날짜별 시료수와 총시료수는 Table. 1과 같다.

Table 1 .The number of samples corresponding to sampling sites and dates

날짜 구분	16일	17일	18일	19일	20일	21일	22일
시료채취 지점	측정지점 A			측정지점 B			
시료채취 시간대(hr)	10~18	10~18	09~18	09~18	09~16	09~21	07~12
시료수	8	8	9	9	7	12	5
총 시료수	58						

본 연구의 대기 시료채취 방법으로는 직렬 2단 유리코일 시스템을 사용하였는데 시료채취장치의 모형도는 Fig. 2 와 같다.

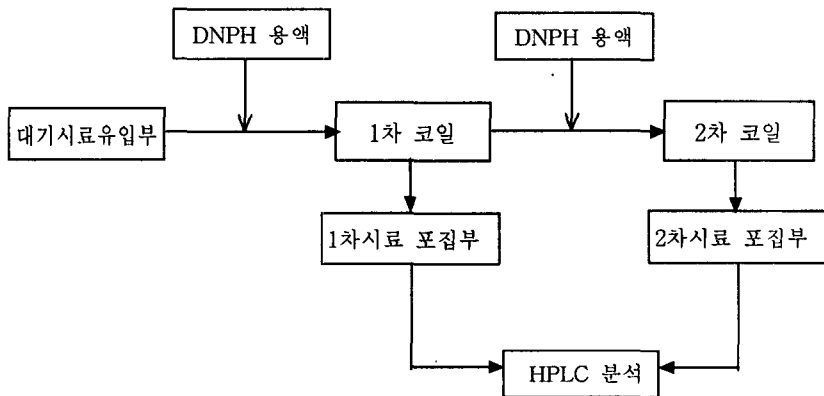


Fig. 2. The schematic diagram of sampling systems

위의 Fig. 2 에서 보여주는 바와 같이, 직렬 2단 유리코일 샘플링방법은 대기시료가 1차 코일(24-turn)로 유입됨과 동시에 다른 유입부에서는 2,4-dinitrophenylhydrazine(DNPH) 용액이 유입되어 대기시료중의 카르보닐화합물 일부가 DNPH 용액속에 용해되고 이 DNPH 용액은 1차 시료포집부에 저장된다. 한편 1차 코일을 통과하고 난 대기시료는 다시 2차코일(20-turn)로 유입되고 동시에 또다른 유입부에서는 DNPH 용액이 유입된다. 1차 코일에서 용해되지 않은 대기시료중의 카르보닐화합물은 다시 DNPH 용액속에 용해되고 이 DNPH 용액은 2차 시료 포집부에 저장된다. 카르보닐 화합물의 정량분석은 HPLC(High Performance Liquid Chromatograph)를 이용하여 분석을 수행하였다. 대기시료의 유입속도는 2.3 l/min이고, DNPH 용액의 유입속도는 0.33ml/min로 매시간 카르보닐화합물이 용해된 두개의 DNPH 용액(각각 20ml)을 포집하였다. 이 시료채취장치의 포집효율은 아래의 식을 이용하여 산출하였다.

$$\text{포집 효율}(\%) = 1 - C_2/C_1$$

$C_1$  : 1차시료 포집부에서의 카르보닐화합물의 농도

$C_2$  : 2차시료 포집부에서의 카르보닐화합물의 농도

한편, 시료채취시 사용된 DNPH(scurbbing solution)용액은 1.5g DNPH crystal을 300ml 용액(Conc.HCl : H<sub>2</sub>O : ACN = 1 : 4 : 5)에 녹인 뒤, 이 용액을 희석하여(1.6ml of ① + 450ml of water) 4시간이 지난후 사염화탄소(CCl<sub>4</sub>) 10ml로 추출하여 준비하였다. 이 때의 DNPH 농도는 100±2μM가 되고 pH는 2.40±0.05가 되었다. HPLC를 이용한 분석조건은 Waters RCM column을 이용하여 파장 370nm에서 PDA(photodiode array) 검출기를 사용하였다. 이동상은 Acetonitrile:Water(65%:35%)로 이때의 유속(eluent flow rate)은 0.8ml/min이었다. HPLC의 시료도입부에 주입되는 용량(injection volume)은 500 μl이다.

분석대상물질은 HPLC로 분석시 나타나는 표준물질(Standard)의 머무름시간(Retention Time)과 채취된 시료의 머무름시간을 비교하여 확인하였고, 그 농도는 검량선(Calibration Curve)을 작성하여 여기에 HPLC에 나타난 면적을 이용하여 계산하였다. 검량선(Calibration)의 작성은 카르보닐계 화합물인 Formaldehyde, Acetaldehyde, Propionaldehyde 및 acrolein의 표준용액(Standard Solution)의 농도는 0, 10, 20, 30, 50 ppb를 준비하였다.

### 3. 결과 및 고찰

본 조사를 통한 7일간 안산 시화공단내에서 실시한 대기중 악취원인물질중 카르보닐계 화합물인 포름알데히드(Formaldehyde), 아세트알데히드(Acetaldehyde), 프로피온알데히드(Propionaldehyde) 및 아크로레인(Acrolein) 등 4종류의 카르보닐 화합물이 검출되었다. 포름알데히드와 아세트알데히드는 모든 시료에서 검출된 반면 아크로레인과 프로피온 알데히드의 경우는 특정시간대에만 검출되었다. 현재 본 실험실에서는 이들 카르보닐화합물에 대한 ppb 단위의 정량분석과 각각의 카르보닐화합물에 대한 포집효율 실험 및 연구가 진행중에 있고 이를 토대로 실측치에 대한 보정작업을 완료한 후 학회발표시에 토의하고자 한다.

#### 참고문헌

- Yin-Nan Lee, Xlanllang Zhou(1993), "Method for the Determination of Some Soluble Atmospheric Carbonyl Compounds", ES&T. vol.27, No.4 pp 749-756
- Eric A.Betterton and Michael R. Hoffmann(1988), "Henry's law Constants of Some Environmentally Important Aldehydes", ES&T, vol,22, pp 1415-1418
- 이성화,양성봉(1997), 「악취의 성분분석」, 동화기술