

## 1D4) 악취분석의 정도관리: 시료의 채취와 검량방식에 대한 예비연구

### The Basic QA/QC for the Sampling and Calibration of Malodorous S Gases in Air

김기현·최여진

세종대학교 지구환경과학과 대기환경연구실

#### 1. 서론

환경대기 중의 환원황 성분들은 지구환경의 변화라는 관점은 물론 악취관리라는 측면에서까지 여러 가지 중요한 의미를 지닌다(Kim, submitted; Kim et al., submitted). 이미 국내의 경우, 황화수소를 위시한 4가지 환원황 성분이 8가지 악취성분의 절반을 차지할 정도로 그 중요성이 인정되고 있다. 미국과 같은 국가에서도 주요 주들에서 이미 황화수소(또는 총환원황) 성분을 대상으로 각각 독자적인 관리기준을 제시하고 있다. 예를 들어, 미국의 뉴멕시코 주와 같은 곳에서는 악취유발성분으로 황화수소의 농도를 1시간 기준 평균 농도 10 ppb 또는 30분 기준 30~100 ppb를 규제기준으로 제시하고 있다.

환경대기 중에서 발견되는 이들 환원황 성분들은 ppt 수준의 대단히 낮은 농도로 존재하여 분석이 용이하지 않을 뿐 아니라, 강한 반응성을 지니기 때문에 이들 성분을 적절하게 채취하는 일도 기술적으로 세심한 접근방법이 요구된다. 특히, 관리대상으로 지목된 4가지 황성분들간에도 반응성의 차별이 심각하기 때문에 성분별로 고유한 채취방식이 적용된 사례도 쉽게 발견될 수 있다. 예를 들어, H<sub>2</sub>S와 DMS는 환경대기 중에서 가장 쉽게 자연적으로 발생하는 성분들로 간주할 수 있는데, 양성분의 채취에서도 다음과 같은 차이점들이 먼저 고려되어야 한다. DMS의 경우 상온에서 molecular sieve와 같은 흡착제를 사용하여도 비교적 쉽게 채취가 가능한 반면(김기현, 이강웅, 1998), H<sub>2</sub>S의 경우 상온흡착이 잘 이루어지지 않는다. 따라서 단순히 이러한 방법을 적용하는 것이 곤란하다. 이런 문제점을 감안하여, H<sub>2</sub>S와 같은 성분을 분석하기 위해서는 두 가지 접근방법이 일반적으로 활용되고 있다. 우선, 채취단계에서 Tedlar 백이나 캐니스터와 같은 용기채취를 사용하여, 여타 황성분과 동일한 GC방법을 적용하여 분석하는 경우를 들 수 있다. 그리고 또 다른 방법은 채취와 분석단계에서 황화수소의 경우, 완전히 다른 방식을 적용하는 경우를 볼 수 있다(Delmas et al., 1980). 본 연구에서는 악취황 성분의 안전한 채취와 검량을 위하여, 채취 및 검량방식의 안정성에 대한 일반적인 검토를 시도하였다.

#### 2. 연구 방법

##### 2. 1 시료채취방식에 대한 연구

본 연구에서는 황가스를 채취하기 위해 가장 보편적으로 사용되는 테들러 백의 안정도를 검증하기 위하여 다음과 같은 접근방법을 시도하였다. 우선 일정 수준의 농도를 가진 표준가스시료를 10리터 용량의 테들러 백에 한 개에 담는다. 그리고 이 백을 A라고 명명한다. 그 다음에 이 백 A에 담긴 표준시료를 깨끗하게 세정된 백 B로 6리터 만큼 옮긴다. 그리고 같은 방법으로 백 B의 표준시료를 백 C로 옮긴다. 백 A, B, C에 함유된 황가스의 농도를 비교하므로써, 백내부 표면 등에 흡착이나 반응 등에 의한 황가스의 손실율을 비교하였다.

##### 2. 2 황가스의 검량 방식에 대한 연구

황화수소와 같은 가스의 반응성은 이미 잘 알려져 있다. 본 연구에서는 이들 성분의 안정된 분석능을 평가하기 위하여, 다양한 농도대의 표준시료를 준비하였다. 그리고 최초 농도의 차이가 이들의 검량에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

### 3. 결과 및 토론

Tedlar 백은 대개 2 mm 두께의 polyvinyl fluoride (PVF)를 사용하여 만든 백으로, 다양한 화학종들에 대해 반응하지 않는 특징을 지닌 것으로 알려져 있다. 이러한 특징 때문에 환경시료의 채취에 범용적으로 사용되고 있다. 그러나 Tedlar 백의 범용성에도 불구하고, 이러한 용기채취 방법도 일부 제약점이 지적된 바 있다. 예를 들어, 고분자 성분을 채취할 경우 백의 내면에 고착 (adhering) 되는 상황 또는 저분자 성분을 채취할 경우 백의 내면을 빠져 나가는 (permeating) 상황 등이 모두 가능한 것으로 알려져 있다. 실제 백의 사용과 관련된 이러한 문제점들은 본 연구의 대상인 악취황 성분의 측정에 대해서도 (이미 여러 연구자들에 의해) 지적된 바 있다 (전선주와 허귀석, 1999; Kuster and Goldan, 1987). 이와 유사하게, 테들러 백을 사용하여 휘발성 유기화합물질 (VOC)을 채취할 경우, 이들의 손실이 초래될 수 있다는 사실도 발표된 바 있다 (Wang et al., 1996). 이들 선행연구는 모두 일관성있게, 이러한 백을 사용할 때 황성분의 흡착손실 등이 발생할 수 있다는 가능성을 제시하였다. 실제로 이러한 현상이 발생한다면, Tedlar 백으로 시료를 채취할 때 시료의 손실에 대해 적절한 보상이 고려되어야 할 것이다. 본 연구는 Tedlar 백을 사용하여 악취성분을 채취할 때, 발생하는 오차의 크기나 정도를 화학성분별로 비교 분석할 수 있는 근거를 제시하고자 하였다. 본 연구는 이러한 목적을 지닌 예비적 성격으로 시도되었지만, 향후 보다 체계적인 연구를 통해 이러한 문제점들을 근원적으로 해결할 수 있는 대안이 도출되기 바란다.

본 연구방법의 요체는 가장 간결한 방식으로 가장 효율적으로 Tedlar 백의 오염물질에 대한 채취특성을 측정하는데 있다. 실제 이러한 채취효율과 관련된 특성을 체계적으로 파악하기 위해서는, 실험대상물질의 표면특성 등에 대한 복잡한 정보는 물론이거니와, 온도, 습도, 압력 등과 같이 기본적인 환경변수의 변화에 따른 영향전반에 대해 체계적인 접근을 하는 것이 중요하다. 그러나, 본 연구에서는 단순히 실험방법의 기본적인 체계를 수립하는 것을 목적으로, 이들 변수의 영향이 최소화 억제된 상황을 연출하기 위해, 다음과 같이 기본적으로 습도는 0, 온도는 20도의 실온조건으로 고정한 상태로 실험조건을 설정하였다. (환경인자의 중요성을 감안하여, 이들의 영향을 총체적으로 설명하기 위한 체계적인 연구는 향후의 과제로 남겨 두고자 한다.)

### 참 고 문 헌

- 김기현, 이강용 (1998) 서해지역을 중심으로 한 자연적 황화합물의 배출과 순환에 대한 연구. 한국환경위생학회지 24(3), 77~86.
- Delmas, R., Baudet, J., Servant, J., Baziard, Y. (1980) Emissions and concentrations of hydrogen sulfide in the air of the tropical forest of the Ivory Coast and of temperate regions in France. JGR 85, 4468-4474.
- Kim, K.-H. (submitted) The detection characteristics of GC/PFPD technique on reduced S compounds and its application to LFG samples. ES&T
- Kim, K.-H. et al. (submitted) Reduced sulfur compounds as malodor components in a landfill environment. ES&T.