

PA4) 악취성 황화합물의 분석기법: 시료의 채취에 연계된 손실특성

The Analytical Method of S Gas: Evaluation of Loss Rate Associated Sampling Procedure

최여진·김기현

세종대학교 지구환경과학과 대기환경연구실

1. 서론

악취의 발생과 이로 인해 야기되는 여러 가지 심각한 환경문제를 빈번하게 목격할 수 있다 (Davoli et al., 2003; Emerson and Rajagopal, 2004). 악취가 사회적 문제로 크게 확대되면서 악취 방지법 시행과 함께 악취물질의 측정 분석에도 많은 관심을 기울이고 있다. 악취문제와 관련하여 황화수소, 메틸 메르캅탄, 황화 이메틸, 이황화 이메틸을 포함하는 환원황계열 성분의 기여도나 중요성은 잘 알려져 있다. 이미 국내의 경우, 황화수소를 위시한 4가지 환원황 성분이 12가지 규제기준 악취성분의 1/3을 차지할 정도로 그 중요성이 인정되고 있다. 환원황 성분은 대기 중에서 매우 낮은 농도로 존재하고, 강한 반응성을 띄기 때문에 시료를 안정적으로 채취하기가 쉽지 않다. 특히 시료채취에 사용하는 재질의 종류에 따라 시료의 손실이나 보전 정도에 큰 차이가 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 시료를 채취하고 분석할 때, 발생할 수 있는 문제점을 정확하게 규명하는 것은 중요한 의미를 지닌다. 본 연구에서는 악취성 환원황성분에 대한 정확하고 신뢰성 있는 채취기법을 제시하기 위하여 수행한 여러 가지 연구결과를 제시하고자 하였다.

2. 연구 방법

2.1 분석시스템의 구성

황성분을 고감도로 검출하는데 적합한 PFPD (Pulsed Flame Photometric Detector: O.I. Co., Model 5380)형 검출기를 장착한 GC 시스템 (Donam Instrument, Model DS 6200)을 황성분의 분석에 이용하였다. 그리고 저농도 시료의 분석을 위해서 저온 농축형 열탈착 시스템 (Thermal desorption (TD): Unity, Markes, Ltd., UK)에 GC/PFPD를 결합시킨 조건에서 분석을 시도하였다. 고농도 시료의 분석을 위해선, 6구 로터리 밸브가 장착된 루프 인젝션 시스템을 구축하여 분석하였다. 이 방법은 일정크기의 루프를 이용하여 GC칼럼에 시료가 바로 주입될 수 있도록 고안된 방법이다.

2.2 튜빙의 종류에 따른 손실 특성

본 연구에서는 튜빙에 따른 환원황성분의 손실율을 확인하기 위해서, 6가지 재질의 튜빙을 각각 45cm의 길이로 준비한 후, 비교실험에 활용하였다. 이들 6가지 각각의 재질의 면면을 보면, [1] 황 성분에 대하여 가장 안정적이며 손실이 적게 일어난다고 알려진 Silco Steel, [2] 일반적으로 화학반응성이 낮은 것으로 알려진 Teflon, [3] 어느 정도 안정성이 확인된 Stainless Steel, [4] 황 성분의 손실이 가장 크다고 알려져 있는 Brass, [5] 손실율에 대한 정확한 정보는 부족하지만, 흔히 튜빙과 튜빙사이를 연결할 때 사용빈도가 높은 Silicon, [6] Silicon과 유사하지만 탄력성이 약한 Tygon을 준비하였다. 각각의 튜빙을 에어서버가 연결된 저온열탈착기에 연결한 후 일정량의 표준시료가 유입되도록 실험을 진행하였다. 주입량은 각각의 튜빙마다 21.4, 42.8, 64.2 pmol씩 주입되도록 하였다. 모든 튜빙들에 대한 표준시료의 손실율에 대한 평가는 각 튜빙별로 확보한 검량선들의 기울기 (감도)를 비교하는 방식으로 평가하였다.

2.3 시료채취 샘플러에 따른 손실 특성

시료채취와 관련된 여러 가지 문제를 비교하기 위한 가장 기본적인 핵심인자로 시료채취에 사용하는

샘플러의 재질이나, 시료채취에 소요되는 시간등과 같은 인자들의 특성을 비교하고자 하였다. 이를 위해 테들러 백으로 악취시료가 유입되는 부분의 재질 특성과 채취에 소요되는 시간적 특성을 비교할 수 있게 3가지 시료채취 시스템([1] QT: 테프론 밸브를 이용한 빠른 채취, [2] QS: 스테인레스 스틸 밸브를 이용한 빠른 채취, [3] SS: 스테인레스 스틸 밸브를 이용한 느린 채취)을 구성하였다. 각각의 시료채취시스템의 입구에 표준시료가 담긴 백을 연결하고 이 시료를 다시 각 시스템을 이용해서 2차적으로 채취하였다. 이를 통해 3가지 채취방식을 통한 시료의 손실관점을 중심으로 비교하였다.

2.4 시료보관백 내부재질에 따른 손실특성

본 연구에서는 황가스를 채취하기 위해 가장 보편적으로 사용되는 테들러 백의 안정도를 검증하기 위하여 다음과 같은 접근방법을 시도하였다. 가장 먼저 VOC 또는 황성분의 시료채취에 주로 활용이 되는 Tedlar bag과 폴리에스터 알루미늄 재질의 백을 이용하였다. 이들 백을 이용할 때 발생하는 오차를 평가하기 위해, 다음과 같은 접근 방식을 수립하였다. 여러 가지 농도대의 표준시료를 준비하고, 이를 루프주사방식으로 GC에 주입시켜주고, 이들 자료로부터 검량선을 확보하는 방식으로 비교연구를 수행하였다. 또한, 백 샘플링의 오차를 평가하기 위한 비교대상으로, 가스 타이트 주사기를 이용해서 가장 기본이 되는 주 검량선을 확보하였다.

3. 결과 및 토론

반응성이 강한 가스상 오염물질들의 시료를 채취 및 분석할 때 사용하는 튜빙의 종류나 재질에 의해 얼마만큼 가스상 황 성분시료의 손실이 발생하는가를 객관적으로 확인하고자 하였다. 6가지 튜빙으로 실험한 결과, 테플론 튜빙에서 90% 이상의 안정적인 회수율이 확인 되었다. 그 외 나머지 튜빙에서는 황화합물의 성분에 따라 다른 경향을 보였다. 황화수소와 메틸 메틸탄과 같이 비교적 저분자 물질의 경우, 스테인레스 스틸과 카퍼 튜빙에서 모두 큰 손실이 일어났다. 이에 반해 타이콘과 실리콘 튜빙의 경우, 상대적으로 안정된 황화 이메틸과 이황화 이메틸과 같은 고분자 물질의 손실이 큰 것으로 확인 되었다. 두 번째 실험결과에 의하면, 샘플러의 inlet 재질은 황화합물에 비활성인 테플론과 같은 재질을 사용하는 것이 가장 바람직한 것으로 나타났다. 또한 고분자와 저분자 간의 시료손실의 차이가 뚜렷하게 나타날 수 있다는 것을 확인하였다.

세 번째 실험인 테들러백과 폴리에스터백에 의한 시료손실특성의 결과를 보면, 가스 타이트 주사기에 비해, 두가지 백 방식의 검량기율은 구조적으로 작게 나타나는 것을 알 수 있다. 결과적으로 백 방식으로 시료를 채취할 때, 황 성분의 시료유실이 불가피하다는 것을 확인 할 수 있다. 테들러 백의 경우 평균적으로 87% 정도의 시료가 회수되는데 반해, 폴리에스터 백의 경우 77% 수준으로 회수되는 것이 확인 되었다. 본 연구 결과에 의하면, 미세한 영역에서 악취황 성분들의 분석을 시도할 경우, 이러한 문제의 발생가능성을 차단하기 위한 여러 가지 사항들에 대한 감안이 절대적으로 필요하다는 것을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- Davoli, E., Gangai, M.L., Morselli, L. and Tonelli, D. (2003) Characterisation of odorants emissions from landfills by SPME and GC/MS. *Chemosphere* 51, 357-368.
- Emerson, C.W. and Rajagopal, R. (2004) Measuring toxic emissions from landfills using sequential screening. *Computers, Environment and Urban Systems* 28, 265-284.