한국대기환경학회 2001 추계학술대회 논문집
Proceeding of the 32nd Meeting of KOSAE (2001)
Korean Society for Atmospheric Environment

AC12) Cryofocusing-GC/FID/Olfactometry를 이용한 악취원인물질 평가

Evaluation of Odor Active Compounds using Cryofocusing-GC/FID/Olfactometry

김만구 · 정영림 · 서영민 · 윤인구
강원대학교 자연과학대학 환경과학과

1. 서 론

악취는 대기오염의 한 형태이며, 대개는 신체적 장해가 나타나기 이하의 농도에서 피해가 두드러지는 것으로 대기오염의 전구적 현상이라고도 할 수 있다. 현재 알려져 있는 화합물은 약 200만 가지로, 그 중에 약 40만종이 냄새가 있다고 한다. 냄새는 후각을 화학적으로 자극하여 원거리 정보를 전달하는 매체로, 후각은 냄새의 질과 세기를 종합적 혹은 분석적으로 식별하는 역할을 맡고 있다고 할 수 있다. 냄새 물질은 여러 가지 특성을 갖는데, 대부분의 악취는 특정한 몇 가지 냄새나는 물질에 의한 것이 아니라, 많은 물질을 포함하는 다성분계이다. 또한 이러한 다성분계 냄새의 세기는 냄새를 일으키는 성분끼리의 복합 작용이 있기 때문에, 단순하게 성분의 합으로 생각하기에는 어려움이 있다. 공기 중에 존재하는 물질이 원인이 된다는 점에서 아직도 많은 사람들은 악취와 VOC를 같은 부류로 취급하는 오류를 범하고 있지만, 악취와 VOC는 매우 다르다. 악취는 감각오염이며, 같은 물질이라도 연령, 성별, 건강상태, 흡연이나 습관 등의 개인적인 차이에 따라 취기가 다를 수 있다. 또한, 악취 성분 혼합물의 악취강도는 독립적, 부가적, 상승적, 상쇄적 등의 관계가 있다. 이는 단순히 악취 성분의 가감에 의해 악취 원인 성분을 규명하고 악취의 성질을 정확히 예측하기 어렵다는 것을 의미한다. 그러므로 오존 등의 원인물질이 되는 VOC의 평가법과 악취 원인물질의 평가법도 매우 다르다. 따라서 악취 평가에는 관능적인 방법이 병행되어야 한다.

본 연구에서는 악취원인물질을 규명하기 위한 평가기법으로 기기분석법과 관능법을 접목시킨 Cryofocusing-GC/FID/Olfactometry를 이용하고 여기에 GC/MS의 정보를 더하여 악취원인물질을 평가하는 방법과 공단지역에서의 악취원인물질 분석례를 소개하고자 한다.

2. 연구 방법

대기환경 중에 존재하는 악취물질은 복합적 혼합물에 매우 낮은 농도로 존재하여도 악취강도는 강하다. 그러나 악취원인 물질을 규명하기 위해서는 기기검출기로 검출할 수 있을 만큼의 시료농축이 필요하다. 본 연구에서는 시판되는 GC/FID의 시료 도입부에 저온농축장치를 부착하고, GC 분리컬럼 출구에서 시료의 일부를 나누어 사람의 후각을 이용하여 검출하는 olfactory detector port(ODP)를 설치하여 GC 분리컬럼에서 분리된 시료가 FID와 ODP 두 개의 검출기에서 동시에 검출할 수 있도록 한 Cryofocusing-GC/FID/Olfactometry system을 제작하였다. 저온농축장치는 황화합물 등 악취를 내는 유기화합물의 흡착을 막기 위해 silcosteel loop와 line으로 구성하였다. GC 분리컬럼의 출구에 사방형 crosspiece(GC 06842-45, Gerstel Co., Germany)를 설치하였다. Crosspiece는 내경 0.32 ㎜의 dead volume이 없는 spilt connector로 왼쪽에는 분리컬럼 출구를, 오른쪽과 아래쪽은 비활성 용융 실리카 모세관 컬럼(i.d. 0.32 ㎜, Alltech Co., U.S.A.)을 연결하여 각각 FID와 ODP에 연결하였다.

그림 1은 대기환경 중 악취원인물질 평가법의 개략도를 나타낸 것이다. 현장에서 시료를 채취할 때는 현장에서 느낀 냄새의 질(그림 1(1))을 확인한다. 그리고 채취한 시료를 농축하여 GC로 분리한 후 용출되는 각 물질들에 관해 ODP를 통해 냄새의 질(그림 1(2)), FID 신호로부터 머무름 시간(그림 1(3))의 정보를 얻는다. 그리고 저온농축 GC/MS를 통해서 얻은 머무름시간(그림 1(3)')과 물질의 질량스펙트럼의 정보(그림 1(4))를 종합하여 현장의 냄새원인 물질을 평가한다.

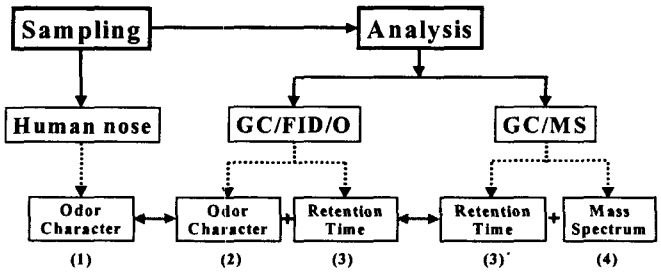


Fig. 1. Schematic of evaluation method of odor active compounds in ambient sample.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 공단지역에서 채취한 악취시료의 분석결과를 그림 1의 과정에 따라 나타낸 것이다. 현장시료의 악취특성은 간장냄새였으며, 악취강도는 3~4도로 강한 냄새였다. 이 악취시료를 Cryofocusing-GC/FID/Olfactometry로 분석한 결과는 그림 2(3)에 나타내었다. GC 컬럼을 통해 분리된 시료의 FID와 ODP chromatogram을 겹쳐서 나타낸 것이다. 후각 판정원에 의해 나타난 분리된 시료의 악취특성은 그림 2(2)에 나타낸 바와 같이 현장에서 맡을 수 있었던 간장냄새를 감지하였으며, 간장 냄새는 여러 성분에서 감지한 것으로 나타났다. 이들 결과를 바탕으로 그림 2(4)에 나타난 바와 같이 GC/MS로부터 얻은 시료의 mass spectrum은 표준물질과 일치하였다. 타는 냄새를 유발한 악취성분은 naphthalene이였고, 간장 냄새를 유발한 악취성분은 butyl acetae로 확인되었다.

(1) Odor character at sampling site

채취장소 : 공단지역

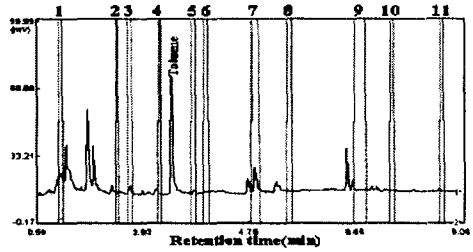
현장냄새 : 간장냄새

악취강도 : 3~4도

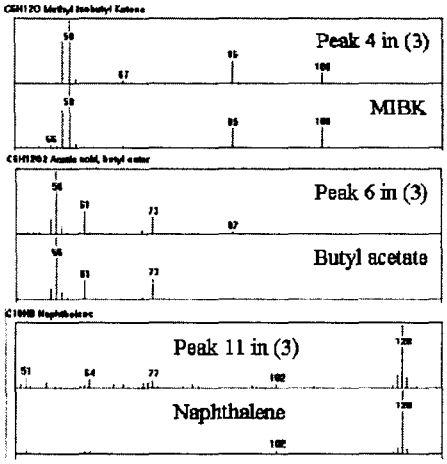
(2) Odor character at Olfactory Detector Port

1: 시큼한 냄새, 2: 간장냄새, 3: 간장냄새, 4: 탁한 먼지냄새, 5: 타는 냄새, 6: 시큼한 간장냄새, 7: 약품냄새, 8: 시큼한 냄새, 9: 간장냄새, 10: 구릿한 간장냄새, 11: 타는 냄새+간장냄새

(3) Retention time at GC/FID/ODP



(4) Mass spectrum



1: acetone, 2: unknown, 3: trichloroethylene, 4: MIBK, 5: unknown, 6: butyl acetate, 7: *p*-xylene, 8: unknown, 9: 1,3,5-tri methylbenzene, 10: unknown, 11: naphthalene

Fig. 2. Ananlytical results of odor active compounds in industrial area