

## BC8) 타이어공장의 작업환경 중 악취원인물질 분석 Analysis of Odor Active Compounds in Tire Products Manufacturing Industry

정영립 · 박정진 · 윤인구 · 김만구  
강원대학교 환경과학과

### 1. 서 론

고무는 자동차 타이어, 고무밴드, 고무장갑, 주형틀 등 산업활동 및 생활용품 등에 많이 사용되고 있다. 고무제조 공장에서는 다양하고 복잡한 화학물질을 사용하여 열, 압력, 촉매반응 등 다양한 공정을 통해 고무제품을 제조하고 있다. 고무제품 중 타이어를 생산하는 공장 내 작업환경은 먼지, 가스, 폼과 nitrosamines 등과 같은 화학부산물에 의해 오염된다. 따라서, 근로자들은 호흡기, 피부 등을 통해 고무 생산 및 제조공정에서 방출되는 유해물질들에 노출되고 있는 실정이다(NIOSH, 1993). 때문에 각 작업환경에서는 독성학적, 역학적으로 규명된 유해화학물질 등을 중심으로 작업환경 안전도 평가가 이루어지고 있다. 타이어제조 공정에는 가류공정 등 악취를 유발하는 질소, 황 화합물 등을 많이 사용하기 때문에 작업장내에는 심한 악취가 나는 것이 일반적이다.

이 연구에서는 타이어를 제조하는 공장의 작업환경 중 악취를 유발하는 원인물질을 규명하고자 작업환경 중 공기를 canister로 채취하여 저온농축-GC/FID/olfactometry로 악취가 나는 물질을 분석하였다. 그리고, 저온농축-GC/FID/FPD와 저온농축-GC/MSD를 이용하여 악취원인물질을 확인하였다.

### 2. 연구 방법

타이어공장의 작업환경 중 악취시료는 6 l canister(Restek Co., USA)와 5 l tedlar bag(SKC, USA) 등의 채취용기를 사용하여 채취하였다. 시료를 채취한 Canister 또는 Tedlar bag을 내경 0.8mm의 silcosteel 스테인레스 스틸관과 6 방밸브로 구성된 1차 농축부의 주입구에 연결하였다. 액체질소와 진공펌프를 이용하여 시료를 농축관에 저온농축하였다. 1차 농축이 끝나면, 1차 농축관을 100℃ 끓는물에 담가 열탈착시켜 액체질소에 담겨져 있는 분리컬럼 선단(2차 농축관)에 다시 재농축하였다. 그리고, GC 온도 프로그램에 따라 시료를 분리 분석하였다. 저온농축-GC/FID/Olfactometry 분석에는 5 m의 짧은 컬럼을 사용하여 냄새가 나는 물질들의 머무름 시간범위를 짧은 분석시간 내에 알아내었다. 그리고 같은 시료를 60m의 긴 컬럼을 사용하여 재분석하여 분리된 물질 중 악취가 나는 물질을 알아내었다. 악취물질의 판정을 위한 패널은 우리나라와 일본의 악취판정원 시험방법을 통과한 5명으로 선정하여 실험하였다. 그리고 같은 시료를 저온농축-GC/FID/FPD(HP 5890 II, U.S.A.)를 이용하여 분석하여 시료 중 황 화합물의 존재유무와 Olfactometry로 확인된 악취가 나는 물질이 황 화합물인지를 확인하였다. 또한 저온농축-GC/MSD(JEOL, Japan)를 이용하여 Olfactometry와 FPD로 확인된 악취원인물질을 정성하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 타이어공장의 작업환경 중 악취시료를 저온농축-GC/FID/Olfactometry로 분석한 결과를 나타낸 것이다. 시료채취시 현장에서는 타이어냄새, 된장냄새가 나타났고, 분리된 물질에서는 용매냄새, 고무냄새, 약품냄새, 된장냄새, 구릿한 냄새 등이 나타났다. 그림 2와 3은 각각 그림 1과 같은 시료를 저온농축-GC/FID/FPD와 저온농축-GC/MSD로 분석한 결과를 나타낸 것이다. 분석결과, 총 13개의 냄새 물질을 olfactometry를 통해 확인하였으며, GC/MSD로 정성한 결과 CS<sub>2</sub>, 3-methylthiophene 등의 황화합물, 3-methylbutanal, cycloheptanemethanol 등의 알데히드와 알콜류, styrene, limonene 등이 악취원인물질로 확인되었다.

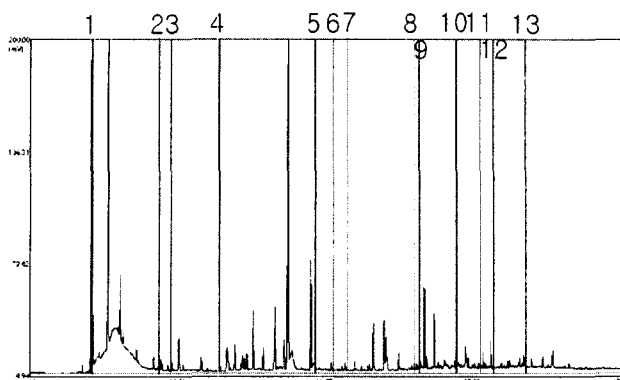


Fig. 1. An olfactogram overlaid with a GC/FID chromatogram for a malodor sample collected in tire products manufacturing industry.

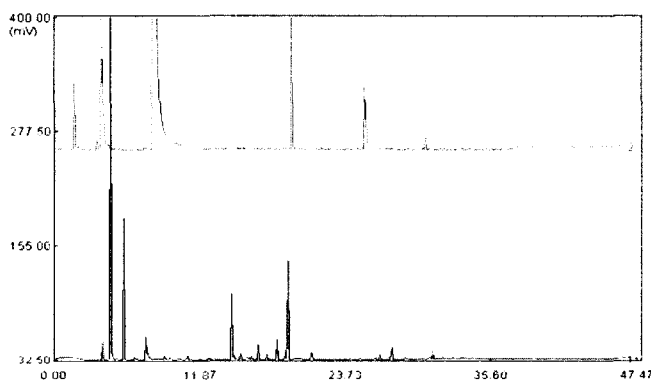


Fig. 2. A FPD chromatogram(up) overlaid with a GC/FID chromatogram(bottom) for a malodor sample collected in tire products manufacturing industry.

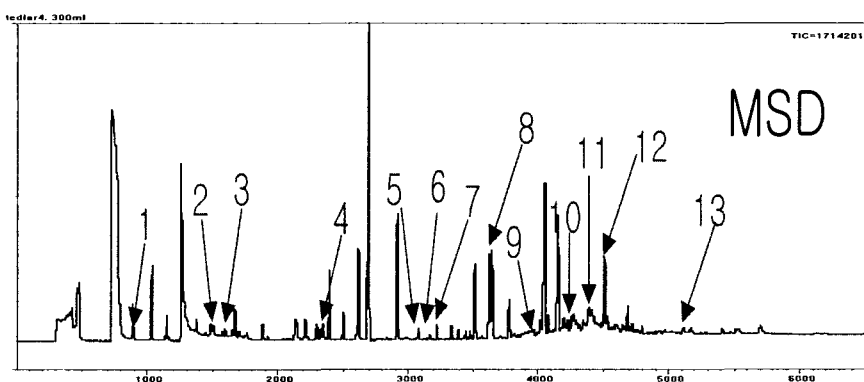


Fig. 3. A total ion chromatogram obtained by cryofocusing-GC/MSD for a malodor sample collected in tire products manufacturing industry.

#### 참 고 문 헌

NIOSH(1993) Rubber products manufacturing industry, Special NIOSH Hazard Review.