

부산지역의 휘발성유기화합물 측정자료를 이용한 발생원 추정 및 자료 평가기법 개발 연구

전국적으로 14개소(수도권 9개소, 부산 5개소)의 광화학 측정망 및 2개소의 악취자동 측정망(부산 소재) 등에서 상시 측정되고 있는 VOC 측정자료는 고해상도의 축적된 자료량에 비해 자료처리 방법론, 통계적분석 방법론, 배출원규명 방법론 등이 체계적으로 개발되어 있지 않은 이유로 인해 그 활용정도가 대단히 제한받고 있는 실정이다.

이에 본 과제에서는 부산광역시 소재 악취자동측정망에서 측정되고 있는 72종의 오염물질 측정자료를 대상으로 실증적인 적용과 사례분석을 통하여 1) 합목적적인 VOC 분류 프로그램을 개발 하였으며, 2) 실측자료의 신뢰도와 활용도를 향상시킬수 있는 통계적 처리방법 및 해석 방법론을 체계적이고 실용적인 차원에서 개발, 정리 하였으며, 3)궁극적으로 수용모형들이 갖고 있는 기능과 장점들을 접목시켜 보다 효과적이며 정확하게 영향배출원을 규명하고 평가할 수 있는 방법론을 개발하였다.

또한 본 과제는 2006년초에 수행된 "신평장림 지역의 악취민원으로 인한 악취관련 과제" 등과 연계되어 최근 급증하고 있는 신평장림공단 지역의 악취민원 문제의 원인을 과학적이고 체계적으로 규명하기 위해, 악취물질에 대해서도 적용이 가능한 자료평가방법론 및 배출원 규명방법론 등을 개발하였다.

1. 자료평가 기법 개발

악취자동측정망의 측정자료가 비록 기본적인 정도관리를 수행하고는 있지만 여전히 이상치 및 결측치 등이 다수 포함되어 있기 때문에 후속되는 자료평가에서 해석상의 왜곡이 발생할 가능성이 높다. 따라서 이상치와 결측치를 선별하여 이들 자료를 적절한 방법으로 보정 또는 처리하는 방법론의 개발과 아울러 측정자료를 기본적으로 정리하고, 표나 그래프를 활용하여 자료를 도시하며, 통계적인 방법을 이용하여 자료가 갖고 있는 의미를 정확히 해석할 수 있는 방법론의 개발이 필요하다고 판단된다.

따라서 본 과제의 목적과, 자료해석대상이 되는 측정망자료의 속성을 고려하여 모니터링 자료평가 기법과 관련된 아래와 같은 내용에 중점을 두어 연구결과를 도출하고자 하였다.

- 1) 자료질 관리 : EPA의 최근 '자료질평가(DQA; data quality assessment)' 관련 지침서의 내용을 중심으로 하여, (1) 효과적인 자료 해석방법론에 대한 주요 원칙, (2) 자료

해석의 체계 및 주요 해석 방법론에 대해 체계적으로 정리하였으며, 악취자동측정망 자료의 활용도 제고와 측정된 자료가 갖고 있는 정보를 모니터링의 목적에 맞게 분석 및 해석할 수 있는 통계적 절차를 제시하였다.

2) 이상치 및 결측치의 처리방법 : 측정 및 분석자료의 해석에 왜곡을 주는 이상치와 결측치의 영향을 실제 악취측정망 자료의 예를 들어 나타내었으며, Walsh test 프로그램을 개발하여 이상치를 통계적인 방법으로 확인할 수 있도록 하였다. 기기의 동작불량, 정검 및 교정 등으로 인해 결측된 자료의 보간 및 처리방법론을 개발하여 제시하였고, 이렇게 처리된 자료에 대해서는 식별자를 도입하여 추후 자료 해석시에 참고할 수 있는 과학적인 방안을 제시하였다.

3) 자료의 통계적 표현 및 해석 : 악취자동 측정망 자료를 이용하여 일반적으로 널리 활용되는 도표 및 통계분석법에 다양하게 적용하였고, 도표의 적절한 사용법 및 자료의 해석시 통계처리의 가정과 한계점을 명확히 제시하여, 추후 다른 연구자가 체계적이고 객관적인 통계분석이 가능하도록 통계적 자료처리 및 해석에 관한 가이드라인을 제시하였다.

2. VOC 자동분류 프로그램 개발

악취자동측정망에서 실측되는 매시간 72종의 오염물질은 한 개의 측정소에서 한달에 5만여개, 일년에 60여만개의 자료가 축적된다. 실제 악취자동측정망 자료를 활용하는 부산광역시 보건환경연구원에서는 매달 2개의 측정소, 약 10만개의 측정자료를 분석하여 매월 보고하고 있으나, 자료의 양이 방대하여 기본적인 자료해석만 이루어지고 있는 실정이다.

따라서 본 과제에서는 악취자동측정망에서 실측되고 있는 72종의 오염물질에 대해 아래 <표>와 같이 시간해상도 및 VOC 특성 구분에 기초한 다양한 분류 방법에 따라 정확하고 신속하게 분류해 낼 수 있는 VOC 자동분류프로그램을 Visual Fortran으로 개발하였다.(프로그램 등록번호 : 2007-01-122-000595)

본 과제에서 개발된 VOC 자동분류 프로그램은 월보 작성을 위한 기본자료의 출력뿐만 아니라 대기질 모형(UAM) 입력자료의 출력 등의 기능이 있으며, 악취자동측정망 뿐만 아니라 광화학 측정망에 대해서도 사용가능하도록 다용도의 목적으로 개발되었다.

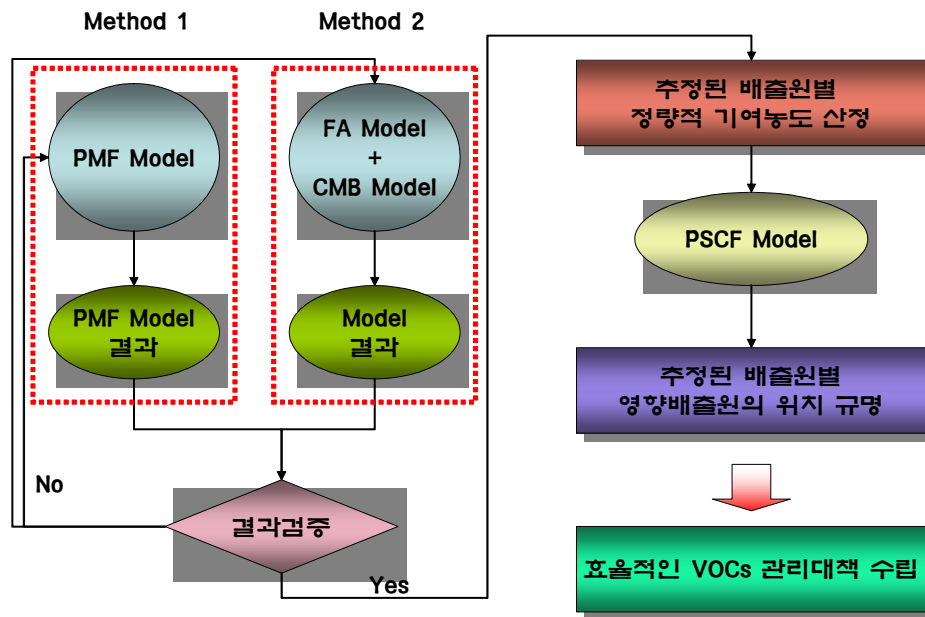
평균시간	자료 분류 방법	자료 출력 형태
시간별	구조적 분류	- 결합의 구조성에 따라 Alkanes, Alkenes, Alkynes, Aromatics 등 8종으로 분류
시간별	반응성에 따른 분류	- 오존 모델링에 사용되는 광화학 반응성을 고려하여 8종의 분류(CB-IV 방법)로 구분 출력.
시간별	POCP 기여도에 따른 분류	- 시간대별 POCP 기여도를 계산하고 출력함
월별	72종 전체 오염물질의 월평균 구조적 분류 8종의 월평균 시간별 POCP 기여도의 월평균	- 산술평균±표준편차, 기하평균±기하표준편차, 중앙값, 최소값, 최대값, 결측률 등
월별	POCP 기여도 상위 10개	- POCP 기여도가 큰 것부터 내림차순으로 10개 물질을 정렬하여 출력함. - 국립환경과학원에서 지정한 10개 물질을 지정하여 출력함 - 상위 10개 오염물질의 총기여도 자동산정

3. 영향배출원 평가방법론 확립

본 과제에서는 영향배출원을 규명하기 위한 수용모형(FA, CMB, PSCF, PMF Model)에 대해 모형의 가정, 원리, 한계, 장단점 등을 체계적으로 분석,비교하였고, 이를 토대로 각 수용모형이 갖고 있는 주요 기능과 장점들을 조합하여 multi-modeling 체제를 개발한 후, 실제 악취측정자료를 multi-modeling 기법에 적용하여 얻어진 결과 분석을 통해 영향배출원 평가방법론을 도출하였다.

본 과제에서 도출된 multi-modeling 평가방법론은 다음의 두 가지 방법으로 제시할 수 있으며, 추후 타 연구자들이 영향배출원 규명을 위한 연구수행시 중요한 지침이 될 수 있을 것으로 판단된다.

- 1) 방법 1 : 현재 우리나라와 같이 적합한 오염원 구성물질 성분비 자료가 미비한 경우에는 PMF 모형을 활용하여 영향을 주는 배출원과 기여도를 산정하고, 이들 배출원의 공간적 분포를 PSCF 모형을 이용해서 확인하는 방법
- 2) 방법 2 : 고농도 사례일 등 단기 측정자료에 대한 평가를 위해 CMB 모형과 국지적인 기상자료를 종합하고, 배출원의 공간적 분포를 PSCF 모형을 이용해서 확인하는 방법



본 과제의 연구결과로 나타날 수 있는 기대효과는 다음과 같다.

- 1) 부산광역시 및 부산광역시 보건환경연구원에서는 본 과제의 결과로 제시된 VOC 자료 평가방법론에 기초하여, 현재 매시간 양산되고 있는 72종의 오염물질에 대해 다양한 방법으로 분류·정리함으로써, 악취자동측정망 자료를 보다 객관적이고 체계적으로 분석하고 해석하는 일이 가능해 질 뿐 아니라 악취 민원의 해소에 크게 기여할 것으로 판단된다. 또한 즉시 적용 가능한 실제적인 자료평가기법을 개발하기 위해 악취자동측정망의 실무 담당자와 수차례 의견을 교환하였다.
- 2) 개발된 VOC 자동분류 프로그램 및 Walsh test 프로그램은 범용성을 염두에 두고 개발되었기 때문에 광화학 측정망 및 일반 대기오염물질 상시 측정망 자료와 같이 복잡하고 방대한 자료의 처리에 강점이 있으며, 많은 시간과 노력을 줄일 수 있을 것으로 기대된다.
- 3) 부산광역시에서 이미 구축된 바 있던 VOC 배출목록에 대한 체계적인 검증 및 보완방향의 제시, VOC 물질들의 특성별 분류 및 해석방안의 도출 및 VOC 영향배출원의 규명과 평가를 위한 체계적인 방법론을 제시함으로써, 향후 부산광역시의 고농도 오존 현상을 보다 정확히 규명해 낼 수 있을 뿐 아니라, VOC 관리의 기본정책 방향을 효과적으로 수립할 수 있을 것으로 기대된다.

- 4) 악취자동측정망에서 측정된 측정자료를 본 과제에 의해 제시된 영향배출원 평가방법론에 적용시킴으로써 VOC 배출원 목록 구축의 각 단계 및 대상지역에 대한 우선순위의 결정 및 악취 관리지역 지정의 적합성 판정에 도움을 줄 것으로 판단된다..
- 5) 본 연구에 의해 개발된 자료해석 및 배출원 규명에 관한 제반 방법론과 본 연구에 의해 제시된 향후 역점 추진 사항을 통하여 악취자동측정망의 추가 설치 등 부산광역시의 대기환경개선을 위한 현안 문제의 해결 방향의 결정에 있어서 정책결정권자의 판단에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.