

I . 연구제목 : 안산지역 악취관리방안 연구(세종대학교 전의찬)

II . 연구의 목적 및 필요성

- 안산시에는 위치한 반월산단과 시화산단에는 총 6,700여개의 중·소규모 사업장 있으며, 화학약품제조, 가죽제조, 의약품제조, 가공금속, 폐기물처리업 등 다수의 악취 유발업종이 밀집되어 있음.
- 또 주거지역과 공단의 이격거리가 약 400미터에 불과할 정도로 매우 인접하고 있으며 주거지역의 공단의 풍하지역에 위치하고 있다. 이러한 지리적 배경으로 안산시에는 악취 민원이 다수 발생한 바 있으며, 최근에는 반월산단 인근에 대규모 고잔신도시가 조성되고 주민들이 입주함으로써 악취민원이 급증하고 있는 추세임.
- 그동안 안산시에서는 악취저감대책을 계속 추진하여 왔으나 악취오염원 및 악취물질의 파악이 매우 힘들고, 오염원이 수용체(영향지역)에 미치는 영향에 대한 정략적 평가가 미흡하여, 현실적으로 악취 민원을 줄이는 데 큰 효과를 얻지 못하였음.
- 따라서, 주요 악취 오염원을 대상으로 배출원을 파악하고, 악취물질 채취 및 기기분석을 통하여 악취물질의 종류 및 발생 특성을 조사하여 오염원 DB를 구축하고, 또한 전산모형을 통하여 오염원이 주변지역에 미치는 영향을 정량적으로 평가하고자 한다. 또, 주요 악취발생업종을 대상으로 현장조사를 통하여 효과적이고 현업가능한 악취물질 저감계획을 수립하여 이러한 안산시의 악취를 근원적으로 저감시키고자 함.

III . 연구의 내용 및 범위

1. 악취물질 배출업종 조사

- 악취물질 배출업종 및 배출원 조사는 안산지역을 대상으로 수행된 악취관련 연구 및 보고서(Reference)에 의한 조사와
- 경기도, 경기도 보건환경연구원, 안산시 환경관리과 등에서 확보하고 있는 중점 악취배출업체 현황, 악취측정기록 등 행정기관의 정보,
- 그리고, 산단의 악취업소를 현장에서 관리하는 안산시 대기감시센터, 사업장의 악취배출을 현장에서 감시하는 안산시 ‘민간환경감시단’의 현장조사 자료와 민원접수자료, 그리고 담당자 면담 등을 통하여 주요 악취물질

배출업종을 조사함.

2. 악취배출원 DB 구축

- 악취물질 배출 사업장별, 악취물질별, 악취강도별로 관리자가 원하는 자료를 쉽게 표출하고 분석할 수 있도록 악취배출원 DB를 구축
- DB에는 경기도 및 안산시 등의 행정자료와, 사업장 방문에 의한 자료 확보, 그리고 현장 표본 채취 및 분석에 의한 악취물질 농도 및 배출량 정보가 포함됨.
- 그리고, 장차 악취배출원 자료, 정책자료, 민원 자료, 악취농도 및 배출량 등을 안산시에 담당자가 지속적으로 관리할 수 있고, 쉽게 업데이트할 수 있도록 화면을 통하여 쉽게 정보를 입력/표출하는 GUI(Graphic User Interface)와 지리정보시스템(GIS)으로 DB를 구성

3. 악취오염원의 정량적 기여도 산정

- 악취모델링 체계: 지형 및 기상자료를 이용하여 모델링을 수행하고 수용체(영향지역)에서의 악취물질 농도를 계산하고, 최종적으로 시민들이 느끼는 악취도로서 표현하는 종합악취도(관능)으로 나타냄.
- 악취모델링시스템 개발: 악취모델링시스템은 '배출량산정 모듈', '바람장 모듈', '악취모듈', 'GIS 모듈'로 구성됨. 안산시에 적합한 악취모델링시스템을 구축하기 위하여 GIS를 이용하여 안산시의 지형 특성을 반영토록 하고, '바람장 모듈'에서는 안산시의 바람특성을 잘 반영할 수 있도록 주변 AWS 자료를 활용하여 검증을 거치도록 함.
- 염색단지 악취영향 평가: 주거지역과 인접하여 시민들의 주 민원대상인 염색단지를 대상으로, 악취모델링시스템을 활용하여 주변지역에 미치는 영향을 정량적으로 평가하고 악취영향권을 분석함.

4. 안산시의 바람길 특성 분석

- 안산시의 바람길 특성 분석 : 안산시의 3차원 바람길 특성을 분석하여, 산단지역에서 주거지역으로 악취의 이동경로를 파악하고, 신규 사업장의 위치 적합성 판단 등의 준거자료로 활용토록 함.
- 주거지역 고농도 악취발생 현상분석: 안산시의 바람길 특성 분석 결과를 이용하여, 주거지역의 고농도 악취가 발생 원인을 분석하여, 주거지역 악취에 미치는 산단의 기여도를 분석함.

5. 민원 대응 모니터링 및 악취측정시스템의 효율적인 운영방안

- 민원 대응 모니터링 방안 수립: 악취 민원에 과학적이고 신속하고 대응하기 위하여, 인터넷민원 및 전화민원을 보다 효율적으로 접수할 수 있는 방안을 수립하여, 악취발생원의 추적 및 악취 민원 발생시의 시공간적 특성과 기상 특성을 파악할 수 있도록 함.
- 악취측정시스템의 효율적인 운영방안: 안산시에서 구축된 악취 고정측정시스템 및 이동측정시스템의 성능을 최대한 활용하여, 신속히 악취발생원을 파악하고 대처하기 위한 효율적인 운영방안을 마련함.

6. 오염 현황 분석 및 오염원의 확인

- 조사 대상 사업장 선정: 안산시 악취 지도점검 자료, 악취민원 접수 자료, 안산시 민간환경감시단 통계자료를 활용하고, 업종별 악취발생 특성 및 대상 사업장 수 등을 고려하여 대상 사업장을 선정하였으며, 악취저감계획 수립 대상인 피혁, 염색, 폐기물소각시설 등은 1차년도에 측정업체 중 업종 대표성이 있는 업체를 대상으로 선정함.
- 표본 채취 및 기기분석:
 - 악취물질 표본을 현장에서 채취하고, 극미량까지 분석 가능한 기기분석을 통하여 악취물질의 종류 및 발생강도 등을 조사함.
 - 배출원별 악취 배출량을 측정을 위하여, 집중측정업종(피혁, 염색, 폐기물소각 등)에는 면오염원에서의 배출량을 산정할 수 있는 열린챔버시스템에 의하여 악취 표본을 채취하고 플럭스를 측정하여, 악취배출농도와 배출량을 산정함.
 - 악취 측정 대상물질은 악취방지법에 지정된 12개 규제 악취물질(2005. 2. 현재)을 포함하여 32종의 악취물질을 대상으로 기기분석을 실시하였으며, 스크러버 배출구와 집중측정업체의 경우 공기희석관능법을 동시에 측정
- 동심원(주거지역) 측정
 - 주거지역에서의 악취유발 물질 규명 및 악취강도 등을 평가하기 위하여, 연구팀과 시민이 함께 직접관능법에 의한 악취도를 조사하고 동시에 시료를 채취하여 실험실에서 악취농도를 분석함.
 - 동심원 측정은 산단에서의 이격거리 등을 고려하여 10개 지점(동심원상)에서 기상 조건을 고려하여 실시하였음. 동심원 측정은 1, 2차년도 각 3회씩 총 6회 실시하였으며, 3회는 시민단체와 합동으로 악취도를 조사하여 신뢰성을 높이고 정보를 공유함.

7. 악취물질 저감계획 수립

- 현장 조사 및 주요 악취발생원 조사: 현장 조사를 통하여, 대상 사업장의 공정, 사용 원료, 방지시설 현황 및 처리효율을 파악하고, 비점 오염원의 경우 배출량(Flux) 측정을 위해 열린챔버시스템을 이용하여 악취배출공정별 배출량을 산정
- 악취저감기본계획 수립: 주요 악취배출업종(염색, 폐기물처리, 피혁)의 업종별 대표적인 업체를 대상으로 현장측정 실시하였으며 배출공정별로 산정된 배출량을 이용하여 악취관리 우선 공정의 선정하였고, 배출공정별 문제점을 파악하여 공정별로 적정한 저감계획을 구체적으로 수립
- 저감계획 수립: 악취저감계획은 ①발생원 대책, ②이동경로대책, ③ (발생되어 이송된 악취)처리대책 등으로 구분하여 수립하였고, 이러한 계획 수립 시에는 배출가스 특성(종류 및 농도), 공정 및 기존 방지시설 현황, utility 사용 가능성, 경제성 등을 고려하여 최적의 저감계획을 수립

IV. 연구결과

1. 악취발생원 파악 및 악취 DB 구축

- 행정자료, 시민단체와 협의 그리고 현장조사를 통하여 대상사업장을 선정하고 주요 악취발생원을 파악하였으며, GC, GC/MS 등 정밀 기기분석을 통하여 법정 지정악취물질 및 VOC 등 총 32개 VOC 물질을 측정하여, 대상 사업장의 악취물질 발생 특성을 충실히 파악하였음.
- 이를 바탕으로, 업종별 악취물질 농도 및 배출량 등 배출특성을 파악하였고, 사용자가 손쉽게 업그레이드할 수 있는 DB 시스템을 구축하였음. 또, 장치 다양한 경로로 수집될 악취관련 DB자료를 지속적으로 통합적으로 관리할 수 있는 DB tool을 개발하였음.
- 안산지역의 총 9개 업종, 77개 사업장의 악취 발생원 및 악취물질 특성 DB를 구축하였음.

2. 안산지역의 기상특성 파악, 바람장모사, 바람길 해석

- 안산 환경사업소에 자동기상측정장치(AWS)를 설치하여, 사업기간중 안산시(고정측정망)의 기상자료를 확보하여, 안산지역에 기 설치되어 있던 2대의 AWS 자료와 함께 3차원 바람장 생성의 기초자료로 활용함으로써, 악취모델링 시 보다 정확한 기상자료를 확보 하였음
- 모델링 결과를 민원자료, 동심원 측정자료와 정확도를 분석하여, 악취예보제의 현업 적용 가능성을 확인하였음.

- 전산유체모형(CFD)으로 안산지역의 바람길 살펴보고, 이를 통해 악취물질의 이동경로를 파악하고, 염색단지 등 주거지역 인근의 배출원이 미치는 영향을 정량적으로 평가하였음.

3. 악취 영향의 정량적 평가를 위한 악취모델링 시스템 개발 및 적용

- 안산지역의 배출원 악취배출 특성과 지형 특성을 반영하고, 안산지역을 대표하는 기상특성을 반영할 수 있는 악취모델링시스템을 구성하였고,
- 평균농도보다 첨두농도가 매우 중요한 악취특성을 고려한 악취모델링시스템을 개발하였음.
- 개발된 악취모델링시스템을 적용하면 주요 오염원의 영향지역에 대한 정량적 기여도를 산정할 수 있게 되며, 대책수립의 우선순위 설정하여 효율적인 악취저감대책을 수립할 수 있게 됨.

4. 주요 업종의 악취 배출현황 파악 및 악취저감계획 수립

- 악취저감계획은 현황조사, 대책마련을 위한 기초조사, 효과적인 저감계획의 절차에 따라 수립하였음.
- 1차년도의 경우 도금, 피혁, 염색 업종을 중심으로 악취저감대책을, 2차년도는 피혁, 염색, 폐기물처리 업종을 대상으로 상세저감계획을 수립하였음.
- 악취대책은 크게 발생원대책, 포집 및 이송대책, 방지시설 대책으로 구분하였으며, 업종별, 악취배출공정별 정확한 배출량 산정을 위해 열린챔버시스템으로 플렉스를 측정하고, 열선풍속계 및 스모그 튜브를 이용한 사업장내 기류이동특성을 파악하였음.
- 측정된 Flux 자료와 공장 환기율 자료를 이용한 악취배출공정별 악취배출량 통해 업종별 악취관리 우선 배출공정을 파악하였음.
- 방지시설 대책에서는 배출공정별로 분석된 대상 악취물질 처리에 적합한 처리시스템을 선정하였고, 경제성, 가용부지, 각종 utility 등을 고려하여 실제 대상사업장에 적용가능한 최적방지시설을 선정하였음.

V. 기대효과

- 본 연구 결과를 통하여, 각 업체에서는 해당 사업장의 악취 발생원을 파악할 수 있으며, 발생하는 악취물질의 종류 및 농도를 파악할 수 있으므로, 해당 악취물질 저감에 가장 효과적인 방지시설을 선정하여 설치할 수 있게 된다. 따라서, 본 연구 결과를 참조하여 발생원에서의 악취발생을 최소한으로 줄이고, 적

합한 방지시설을 설치할 경우 공단지역에서의 악취발생을 최소화할 수 있음.

- 또, 본 연구를 통하여 개발된 악취모델링시스템은 2차년도 사업을 통하여 악취배출원 DB가 확장되고, 모델 성능의 개선이 이루어질 경우, 주요 배출원이 주거지역에 미치는 영향을 평가할 수 있게 되며, 주거지역의 악취의 발생원을 파악하여 관리대책을 마련하는 자료로 사용될 수 있을 것임.

VI. 연구결과의 활용계획

- 안산지역 주요 사업장의 악취특성 및 업종별 악취물질 배출 자료는 시청의 악취배출원 DB 업데이트에 활용하고, 업체의 악취 지도자료로도 활용토록 한다. 또, 해당 사업장에 통보하여 악취저감계획 수립에도 활용토록 한다. 본 연구에서 작성한 인터넷민원접수시스템의 경우 안산시 홈페이지에 연결하여 시민들이 쉽게 민원을 접수할 수 있도록 하고, 안산시 기상 특성을 파악하기 위한 자동기상측정장치(AWS)의 경우에는 별도 예산을 수립하여 구입·설치하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
- 업종별로 파악된 우선 악취관리 공정의 악취저감대책은 배출공정별로 분석된 대상 악취물질의 종류와 배출특성을 고려하여 처리시스템을 선정과 업체별 경제성, 설치가능성 등의 고려한 업체별 적용 가능한 악취관리대책을 수립하는 자료로 사용됨