수원시 정자동 일대 악취관리 방안

김 동 술

경기지역환경기술개발센터

제 출 문

귀하

본 보고서를 2006년도 환경기술개발연구사업으로 완료한 『수원시 정자동 일대 악취관리 방안』에 관한 최종보고서로 제출합니다.

2007. 3.

경기지역환경기술개발센터
센 터 장 안 대 희

최 종 보 고 서

(2006)년도 환경기술연구개발사업으로 완료한 『수원시 정자동 일대 악취관리 방안』에 관한 연구의 최종보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

붙 임 : 1. 최종보고서 (20)부. (끝)
제출일 : 2007년 3월 9일

연 구 기 관 : 경희대학교 환경응용화학부

연구책임자 : 김 동 술 (인)

연구기관장 : 경희대학교 산합혁력단장 직인

경기지역환경기술개발센터장 귀하

제 출 문

경기지역환경기술개발센터장 귀하

본 보고서를 “수원시 정자동 일대 악취관리 방안”에 관한 최종보고서로 제출합니다.

연구기관명 : 경희대학교

연구책임자 : 김 동 술 교수(경희대 환경응용화학부)

연 구 원 : 이 태 정 연구교수 (경희대 환경응용화학부)
전 준 민 교수 (순천제일대 토목환경과)

연구보조원 : 백승아 (경희대 환경응용화학부)
최영아 (경희대 환경응용화학부)
양성수 (경희대 환경응용화학부)
오미석 (경희대 환경응용화학부)
이형우 (경희대 환경응용화학부)
허 당 (순천제일대 토목환경과)
서병량 (순천제일대 토목환경과)
정만호 (순천제일대 토목환경과)

요 약 문

Ⅰ. 제목

“수원시 정자동 일대 악취관리방안 연구”

Ⅱ. 연구 배경 및 목적

수원시 북단에 위치한 정자동은 1만2천 가구의 정자택지개발지구와 1만8천 가구의 천천지구까지 모두 3만가구의 대규모 아파트촌을 이루고 있다. 그러나 정자택지개발지구는 기존의 폴리에스테르 필름을 생산하고 있는 SKC(주)와 화학제품 및 의약품을 생산하는 SK케미컬(주) 사업장의 인근지역에 아파트가 건설되면서 악취민원이 빈번하게 발생되어 2005년에만 총 26건을 기록하는 등 악취민원이 끊임없이 제기되고 있다.

이는 근본적으로 악취배출시설과 주거지역이 혼재되어 있는 현재의 지역적인 조건에도 문제가 있을 뿐만 아니라, 사업장내 주요 악취원인물질과 배출시설 규명을 통한 관리방안 마련에 대한 연구가 미진한 요인을 들 수 있다. 따라서 악취민원에 대한 능동적인 대처 및 민원발생 해소로 쾌적한 대기환경에서 생활할 수 있는 실질적인 악취관리방안을 마련하기 위해서는 악취원인물질에 대한 규명 및 체계적이고 집중적인 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 첫째, 수원시 정자동 일대의 악취특성을 파악하고 원인물질 확인을 위해 복합악취 및 지정악취물질에 대한 철저한 악취현황조사를 실시하고자 한다. 둘째, 정자동 주변지역의 주요 악취배출 사업장에 대한 악취물질 종류 및 배출특성을 파악하기 위하여 사업장에 대한 공정별/시설별 현장조사를 실시하고자 한다. 셋째, 모델링을 통하여 악취발생원이 인근 지역에 미치는 영향을 조사하고자 한다. 마지막으로 향후 악취방지시설의 선정에 필요한 기초자료 제시 및 아울러 악취물질을 효과적으로 저감하기 위한 최적의 악취관리방안을 제시하고자 한다.

III. 연구내용 및 범위

본 연구에서는 수원시 정자동 일대의 악취원인물질을 규명하고자 22개 지정악취물질 이외에도 악취유발 가능물질에 대한 정성분석을 실시하여 실질적인 악취원인물질을 평가하고자 하였다. 조사지점은 수원시 정자택지개발지구 일대의 고농도 악취발생지역과 악취원인물질 규명에 직접적으로 영향을 미칠 수 있는 사업장를 연구대상으로 하였다. 연구범위는 크게 국내외 악취관리현황 및 최신 악취처리기술 현황조사, 주요 악취원인물질의 특성조사, 인근 악취민원지역에 대한 발생악취의 영향권역 조사, 악취발생 사업장을 대상으로 각 배출원별 악취발생요인 및 방지시설의 평가, 악취 발생시설의 악취저감 관리방안 등이 있으며 세부내용은 다음과 같다.

1. 악취규제 현황 및 기술현황분석

국내·외 악취 관리현황을 조사하기 위하여 법률적, 기술적 측면에서 조사하였다. 국내의 악취관리 현황조사는 2003년 제정된 악취방지법을 중심으로 현행 법률적 규제현황을 집중적으로 조사하였으며, 외국의 악취관리규제 현황조사는 일본, 미국, 중국, 유럽을 중심으로 문헌조사 및 인터넷 조사를 실시하였다. 또한 악취 및 VOC 처리기술을 조사하기 위해 최신논문 및 자료 등을 수집하였으며, 조사한 자료들을 바탕으로 해당 사업장의 악취관리기술을 제안하였다.

2. 민원지역의 악취현황분석

정자동 주변지역 악취물질의 농도경향 및 취기강도를 파악하기 위해, 악취민원문제가 빈번히 제기되는 정자택지개발지구를 대상으로 실태조사를 실시하였으며, 사업장 부지경계지역에 대한 조사도 함께 수행하였다. 주변지역의 악취오염도를 분석하기에 앞서 악취발생 특성을 파악하기 위하여 악취민원 자료를 분석하였으며, 수원시청 및 사업장 관계자와 지속적인 면담을 통해 기초정보를 확보하였다. 연구대상지점에 대해 3 계절 (봄, 여름, 가을)에 걸쳐 각 2회씩 조사하였다. 실태조사 자료는 정자동 일대의 악취원인물질 및 배출공정 규명을 위한 기초자료로 활용하였다. 모든 자료는 정도관리(QA/QC) 시험을 실시하여 신뢰성 있는 자료를 확보하였다.

3. 사업장 악취현황분석

악취발생 사업장의 경우 사업장내부와 부지경계지점을 중심으로 조사하였다. 사업장 부지경계지역에 대한 조사는 3 계절(봄, 여름, 가을)에 걸쳐 각 2회씩 조사하였다. 사업장 내에서는 사용하는 원료 및 공정 중에 발생되는 악취물질 등을 파악하고, 악취물질 발생량과 악취강도가 높은 물질을 다량 배출하는 주요공정 (폐수처리장, 소각장, 중합공정, 냉각탑 등)을 대상으로 정밀조사를 수행하였다.

마지막으로 주요 배출시설 (공정별/시설별)에 대한 정밀조사를 통하여 악취발생 요인 목록표를 작성한 후, 악취발생 배출시설에 대한 악취원인물질을 평가하고 악취민원지역의 악취성분과의 상관성조사를 통하여 악취원인물질을 규명하였다.

4. 악취 빌생원의 영향분석

생활민원과 연관되고 체감농도를 평가할 수 있는 대기분산모델을 이용하여, 악취발생원이 주변지역에 미치는 영향을 평가하였다. 대기모델링을 통하여 사업장에서 대기 중으로 배출되는 악취물질에 의한 주변영향을 분석할 수 있다. 악취모델링을 수행하기 위하여, 악취영향도 추정에 적합한 모델인 ISCST3 모델을 선정하였다. 악취모델링 작업을 수행하기 위해서는 우선 악취물질에 대한 배출량 자료와 기상 및 지형자료가 필요하다. 사업장의 대표적인 악취배출시설의 배출량은 악취물질 분석결과를 이용하여 산정하였다. 배출량은 면오염원 (저장창고 등)과 점오염원 (배출시설)으로 구분하여 산정하였다. 면오염원에서의 배출량은 악취도와 개구부의 환기량 (참고자료 활용)을 기준으로 산정하였으며, 점오염원의 배출량은 배출시설 출구의 악취도와 배출가스량을 기준으로 산정하였다. 기상자료는 수원기상대 관측자료를 이용하여 작성하였다. 지형자료는 수치지도를 이용하여 사업장 주변 2.5 km를 대상으로 하였다. 평가방법으로는 1년간의 연평균기상을 이용한 장기영향과 가장 악취가 심할 것으로 예상되는 하절기를 대상으로 한 단기영향으로 구분하여 평가하였다.

5. 악취관리방안 제시

민원지역의 악취 현황자료 및 사업장내부의 배출 특성자료를 이용하여 공정별/시설별로 주요 악취원인물질을 파악하였다. 분석된 자료를 바탕으로 정자동 지역의 악취문제 해결을 위한 악취물질 저감계획 및 관리방안을 제시하였다.

Ⅳ. 연구결과

1. 악취 조사결과

본 연구팀은 수원시 정자동 지역의 악취원인을 규명하기 위하여, 22개 지정악취물질과 34종의 악취유발성 VOC를 측정하였으며, 사업장과 민원지역의 악취 발생특성을 파악하여 최종 악취관리 방안을 제안하였다. 본 연구의 조사대상인 SK케미컬(주)및 SKC(주) 사업장과 민원지역 및 부지경계지역에서 측정된 농도와 악취농도지수를 분석하여 악취의 주요 원인물질이라고 판단되어지는 악취물질에 대하여 [표 1]과 같이 분류하였다.

사업장 내부, 부지경계와 민원지역의 악취 측정자료 분석결과, 본 연구지역의 악취 원인물질은 황화수소, 알데하이드류, i-발레르산 등으로 판명되었다. SKC(주)의 RTO에서 악취물질 오염도가 가장 높은 것으로 확인되었으며, 특히 아세트알데하이드는 SKC 사업장 내의 모든 측정지점에서 높은 농도를 보여 관리가 요망된다. SK케미컬(주)은 전체적으로 낮은 악취도를 보였으나, 접착제공정과 제약공정의 A/C 타워에서 아세트알데하이드와 프로피온알데하이드가 다소 높은 농도를 보였다. (주)해태유업 폐수처리장 부지경계에서 i-발레르산이 배출기준을 초과하였으며 민원지역 (대월주공아파트)에서 높은 악취농도지수를 보였다.

[표 1] 배출허용기준과 악취농도지수에 의한 주요 악취원인물질

	SKC(주)[1]	SK케미컬[1]	SKC(주) 부지경계	SK케미컬 부지경계	해태유업 폐수처리장 부지경계	신명아파트	대월주공	파장초교	파장초교
배출허용기준 초과물질	아세트알데하이드 암모니아 황화수소 n-발레르알데하이드 부티르알데하이드 i-발레르알데하이드 복합악취	아세트알데하이드 프로피온 알데하이드 부타르알데하이드	황화수소 황화메틸 이황화메틸	없음	i-발레르산	없음	i-발레르산	없음	없음
악취농도지수[2]	아세트알데하이드 (1,428) i-발레르 알데하이드(71) 황화수소 (52) n-발레르알데하이드 (34) 프로피온알데하이드 (3)	프로피온알데하이드 (28) 황화수소 (28) 아세트 알데하이드(25) 부티르 알데하이드(21) n-발레르 알데하이드(8)	황화수소 (26) 아세트 알데하이드 (14) 부티르 알데하이드 (9) 프로피온알데하이드 (8) 이황화메틸 (4)	황화수소 (13) 아세트알데하이드 (10) 부티르알데하이드 (6) 프로피온 알데하이드 (4) 트리메틸아민 (1.3)	i-발레르산 (23) 황화수소 (17) 아세트 알데하이드 (7) 부티르알데하이드 (5) 프로피온알데하이드 (5)	황화수소(11) 아세트 알데하이드 (9) 프로피온 알데 하이드 (9) 부티르알데하이드 (7) n-발레르알데하이드 (3)	i-발레르산 (23) 아세트알데하이드 (11) 프로피온 알데 하이드 (9) 황화수소 (7) 부티르알데하이드 (4)	황화수소(13) 부티르알데하이드 (10) 아세트 알데하이드 (5) n-발레르알데하이드 (3) 프로피온 알데 하이드 (1.3)	황화수소(13) 부티르알데하이드 (10) 아세트 알데하이드 (5) n-발레르알데하이드 (3) 프로피온 알데 하이드 (1.3)

1) 사업장 지정물질의 경우 부지경계 배출허용기준과 비교하였으며, 악취유발가능 물질로 참조

2) 악취농도지수 1이상의 상위 5번째 물질

2. 악취 모델링에 의한 영향평가

사업장에서 발생하는 악취원인물질의 저감 및 관리방안 마련을 위해서는 대기확산과정을 거쳐 수용체 환경에 미치는 영향을 정량적으로 평가하여야 한다. 모델을 이용한 대기 악취평가는 미실측 지점에 대한 배출원 영향을 평가할 수 있으며, 시간적인 농도변화를 예측할 수 있는 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 미국 환경청 (US EPA)에 의해 공인된 대기분산모델로서, 높이에 따른 풍속의 변화를 고려할 수 있고 1시간 평균농도에서 연평균 농도까지를 평가할 수 있으며 복잡한 지형 및 시간경과에 따른 오염물질의 감소도 고려할 수 있는 ISCST3 (Industrial Source Complex Short Term 3) 모델을 선정하여 악취물질의 영향도 및 영향범위를 살펴보았다.

SKC(주) 사업장 중 RTO의 악취영향 예측결과 최대 악취농도를 보인 지점에서의 각 물질의 농도는 악취기준에 크게 못미치는 것으로 조사되었다. 그러나 아세트알데하이드의 경우 최대착지지점의 농도가 2.75 ppb로 환경기준 50 ppb보다는 낮은 농도를 보였으나 최소감지 농도인 1.5 ppb를 초과함으로 악취민원 유발물질로 평가할 수 있다.

최고 농도 발생지점은 사업장 내부 (TMX, TMY :198,500, 423,000)에서 여름철(7월, 8월)에 확인되었으며, 최고 농도 출현시간은 밤 10시 이후부터 이른 오전으로 추정되었다. 주변 지역 악취도에 미치는 영향 조사결과 전체 조사 배출시설 중 RTO에 의한 영향이 아세트알데하이드 69.5%, 암모니아 60%, 황화수소 52.2%, 복합악취 34.9%로 매우 높은 것으로 확인되었다.

3. 악취 저감방안

산업공정과 사업장의 대기배출시설 및 폐수처리 공정에서 발생되는 악취문제를 해결하기 위한 핵심은 각각의 공정 및 시설상에서 가장 경제적이며 효율적인 악취처리기술을 선정하는 것이다. 본 연구에서는 산업공정 및 배출시설 상에서 배출된 악취가 인근의 지역사회에 미치는 영향을 분석하였으며, 각 공정의 특성 및 사용원료 등을 평가하였다. 마지막으로 각 사업장의 악취문제의 해결 및 개선을 위한 악취처리기술을 고찰하였으며, 체계적인 절차를 통해 각 사업장에 요구되는 관리방안을 제안하였다.

Ⅴ. 결론 및 연구결과 활용계획

1. 결 론

본 연구팀은 수원시 정자동 지역의 악취원인을 규명하기 위하여, 22개 지정악취물질과 34종의 악취유발성 VOC를 측정하였으며, 사업장과 민원지역의 악취 발생특성을 파악하여 최종 악취관리 방안을 제안하였다.

사업장 내부, 부지경계와 민원지역의 악취 측정자료 분석결과, 본 연구지역의 악취 원인물질은 황화수소, 알데하이드류, i-발레르산 등으로 판명되었으며, SKC(주)의 RTO에서 악취물질 오염도가 가장 높은 것으로 확인되었다. 특히 아세트알데하이드는 배출기준(부지경계)의 172배였으며, SKC(주) 사업장 내에서는 모든 측정지점에서 아세트알데하이드가 높은 농도를 보여 지속적인 관리가 요망된다. 특히 SKC(주) RTO의 경우, 운전시 다량에 수분의 유입으로 인한 불완전연소 등으로 알데하이드 성분들이 대기 중으로 배출될 가능성이 높으며, 수분에 의한 RTO에서의 불완전연소 문제를 해결하기 위한 방안으로, 폐가스의 최종 RTO를 통한 처리 전 전처리 장비로서 건조기를 설치하여 폐가스 내 수분을 제거해 주는 방법도 고려해 볼 수 있다.

SK케미컬(주)은 전체적으로 낮은 악취도를 보였으나, 접착제공정과 제약 공정의 A/C 타워에서 아세트알데하이드와 프로피온알데하이드가, 폴리우레탄 원료저장소에서는 n-부틸알데하이드 다소 높은 농도를 보였다. ㈜해태유업 폐수처리장 부지경계에서 i-발레르산이 배출기준을 초과하였으며, 본 사업장에서 근접한 민원지역인 대월주공아파트에서도 동일 물질에 대한 악취농도지수의 23배 검출되어 본 사업장에 대한 가동상태 점검 및 안취발생 제어방안 강구가 요구된다.

악취 모델링 결과 시간별 최고 농도는 사업장 내부 (TMX, TMY :198,500, 423,000)에서 여름철(7월, 8월)에 확인되었으며, 최고 농도 출현시간은 자정부터 이른 오전으로 추정됨. 주변 지역 악취도에 미치는 영향 조사 결과 전체 조사 배출시설 중 RTO에 의한 영향이 아세트알데하이드 69.5%, 암모니아 60%, 황화수소 52.2%, 복합악귀 34.9%로 매우 높은 것으로 확인되었다.

본 연구 지역의 악취 발생건수는 2001년 101건에서, 2005년 26건, 2006년 7건으로 지속적으로 감소 추세이며, 이는 SK케미컬(주) 사업장 내에 위치했던 휴비스(대기 1종) 사업장의 이전 후 총 악취발생량의 감소와 사업장의 악취 저감노력의 결과로 판단된다.

2. 연구결과 활용계획

최근 전국적으로 증가하는 악취관련 민원 등에 의해 악취는 대기환경보전법에서 분리되어 2005년2월10일 악취방지법이 시행되었다. 정부는 2010년까지 지정악취물질을 현재 12종에서 22종으로 확대할 예정이며, 기존의 직접관능법의 객관성 결여와 계량화의 비용 이성 등을 개선하고자 공기희석관능법을 도입한 바 있고, 공기희석관능법의 제한성을 보완하고자 기기분석법을 도입하는 등 과학적 기법으로 측정방법을 개선한 바 있다. 이에 맞추어, 본 연구진은 상기 미래지향적 조건에 적합한 장비를 확보하고 조사대상 지점과 조사항목을 최대로 확대하였다. 또한, 주요 관리대상 악취물질을 환경과학적으로 선정하였으며, 사업장내 악취배출시설에 대한 조사를 면밀히 수행하였다. 본 연구에서 도출된 결과는 다음과 같은 분야에 활용도가 매우 클 것으로 기대된다.

□ 사업자의 주요 악취 배출원의 규명과 영향도 평가
□ 사업장의 악취물질 배출원 관련 기초연구자료로 활용
□ 사업장 주요 악취물질의 객관적인 평가로 관리 효율성 증대
□ 각 배출원 시설별/공정별 저감방안 제안
□ 향후 강화, 개정될 악취방지법과 악취민원에 대한 능동적인 대처 가능
□ 유사 악취문제 해결을 위한 악취 조사방법 및 체계 수립

SUMMARY

I. Title

“ A study for odor management plans near the Jeongja-Dong area in Suwon city "

II. Objectives and necessities

The Jeongja housing development complex located in the northern Suwon city consists of around 30,000 households in a large scale apartment complex including 18,000 households near the Chechen Area. Since the apartment complex had been constructed near the existing chemistry and the medical and drug manufacturing factories, many public nuisances/grievances caused by malodorous smell were appealed by residents. For example, a total of 26 public nuisances against malodorous problems was recorded only in the year of 2005.

The problem seems to be caused by local socio-geological conditions where the residential area was developed near the existing odor emitting facilities and also by insufficient control and management programs to fight offensive odor emitting from manufacturing equipments.

Thus, the objective of the study is to intensively identify the odor causing chemical species and sources to deal with public nuisances, to prepare substantial management plans, and finally to attain pleasant air environment inside the study area.

III. Contents and scopes

The study focuses on identifying and assessing odor causing chemical species (including regulated odor species designated by government) in order to prepare substantial malodorous counter-measures by performing qualitative and quantitative analyses in the area of the Jeongja-Dong, Suwon city.

The scope of the study includes investigation of characteristics of major odor causing species and assessment of impact areas in the area. Further the study carries out the evaluation of odor causing factors for each source in the target factories and finally can recommend best practices to reduce odor problems and suggest maximum achievable control techniques for the odor emitting facilities.

IV. Results

1. Survey results

The odor species at each sampling site have been collected twice for each season (spring, summer and fall) at the following sites; near boundary areas between residential area and factory, public nuisance areas, and a comparison area. Further source sampling near the odor emitting facilities was performed at 5 sites in the SKC and SK Chemical factories, respectively. The 23 specified odor species as well as related 34 VOC species were intensively analyzed.

According to the results at the SKC and SK Chemical factories, the levels of most odor species were below the emission standard, but some species exceeded the standard. Especially, the level of acetic aldehyde exceeded the emission standard at all sites in the SKC. Odor complex, ammonia, hydrosulfide, and aldehydes exceeded the emission standard at the RTO in the SKC.

Odor concentrations measured at the public nuisance areas were compared with those of a comparison area; the odor complex was 3 times higher than average concentration measured at the Daewol and Shinmyoung apartment. The dilution multiple factor was level of 3 on an average at the comparison site (Pajang elementary school). In the spring, nuisance sites located on the downwind area were strongly affected by wind. The elevated ammonia concentration was observed at the Sinmyoung apartment near the factory boundary, where the apartment is located on the downwind direction from the factory. On the other hand, average ammonia concentration at the Daewol apartment loacted on the upwind direction was 62.4 ppb, which was lower than that of comparison site. However, in the case of hydrosulfide, the average concentration at the Daewol and the Sinmyoung apartment was 2.1 ppb and 4.4 ppb, respectively, which were lower than that at the Pajang elementary school (5.4 ppb) located on the upwind direction.

2. Modeling results

The assessment of impact areas by odor facilities was effectively carried out by using the ISCS3 (Industrial Source Complex Short Term 3) model. The ISCST3 dispersion model is one of the US EPA's regulatory models. The model is able to consider the wind change according to the height and to assess the average

concentration from one hour to one year. After calculating emission rates from all the odor inventories of both factories, ISCST3 was extensively applied to assess impacting areas. According to results, estimated maximum odor concentrations for all species do not exceed the odor standard. For example, the maximum acetic aldehyde concentration was estimated by 2.75 ppb, that is far below the emission standard of 50 ppb. However, the level exceeds the threshold odor concentration of 1.5 ppb. The acetic aldehyde is believed to be controlled in order to deal with public grievances on malodorous problems.

3. Odor reduction schemes

In order to the solving of odor problems at the industrial process and sources included wastewater treatment, it make choice of the most economic and efficiency odor control technology for each process and facilities.

This study was assessment of impact areas by the odor causing factors for each source in the factories and evaluation of special property and raw material for each process. Finally, the study investigated the maximum achievable control techniques for the facilities and suggested the odor reduction plans for each source in the factories by the systematic process.

V. Future plans to utilize this study results

- □ identifying major odor sources and assessing their impacts
- □ providing fundamental data bases for odor related research on the odor emitting sources
- □ increasing the control efficiency for major malodorous species emitting from the similar facilities
- □ providing reduction plans from each odor source
- □ dealing with strong regulation to be proposed by government near future and dealing actively with odor relating public nuisances
- □ establishing systematic investigation method to solve malodorous problems

CONTENTS

목 차