「화장실 및 주거지역 악취문제 개선방안」 심포지엄

■ 일시 : 2007년 3월 6일(화) 오전 10:30~1:00
■ 장소 : 바비엥 II 컨퍼런스홀
■ 주최 : 화장실문화시민연대
■ 후원 : 행정자치부

심포지엄 일정

제 1 부 : 개회 (10:30-10:40) 사회 : 김 성 애 (KBS리포터)

- 인사말씀 : 표 혜 령 (화장실문화시민연대 대표)
- 격 려 사 : 홍 기 나 (행정자치부 지역발전정책팀장)
  조 의 현 (한국화장실연구소 소장)
- 연구소원 소개 및 인사

제 2 부 : 심포지엄

- 주제발표 (10:40-11:30) 사회 : 김 충 곤 선임연구원 (광운대수질환경연구실)

■ 제 1주제 : "화장실 악취 및 S구청사 악취 원인 규명"
이 장 훈 소장 (한국생활악취연구소)

■ 제 2주제 : "대단위 아파트단지의 악취 원인 규명 및 사례"
박 종 훈 박사(광운대 환경공학과 수질환경연구실)

■ 제 3주제 : "악취 문제점과 저감 기술"
정 익 재 교수 (성균관대학교 무배출환경설비지원센터)

- 질의 및 토론 (11:40-12:10) 좌장 : 강 선 홍 (광운대학교 교수)

■ 토론 1 : 서 기 원 교수 (대림대학 빌딩설비시스템과)

■ 토론 2 : 정 종 배 대표 ((주) 예감)

제 3 부 : 소연회 - 컨퍼런스룸-

인사말씀

표 혜 령
화장실문화시민연대 상임대표

안녕하세요, 반갑습니다.

화장실문화운동은 삶의 질, 문화를 가꾸는 시민운동이라는 긍지와 자부심을 가지고 화장실 문화가꾸기를 펼쳐온 지 8년이라는 시간이 쌓였습니다. 그 동안 앞에서 뒤에서 함께 가꿔주심으로 인해 이제는『대한민국의 화장실 문화는 세계의 기준이 됩니다』라는 슬로건을 이야기해도 부끄럽지 않을 정도로 변화되어가고 있으며 또한『11월 21일부터 25일』까지는『세계화장실창립총회』를 서울에서 개최하는 등 우리의 화장실 문화가대한민국을 넘어 세계 곳곳으로 꽃을 피워가고 있음은 우리 모두의 기쁨이라고 생각합니다. 그 노력의 일환으로 그동안 작은 부분인 것 같지만 많은 문제점으로 지적되어왔던 악취문제를 가지고 함께 연구할 방법을 찾아보고자『한국생활악취연구소』를 개설하면서『화장실 및 주거지역 생활 악취 문제를 위한 심포지엄』을 준비했습니다.

우리나라 생활 환경 분야의 발전을 위해 정부나 기업, 학계와 연구 분야 등에서 노력하고 계시는 분들과 화장실 문화운동을 펼쳐온 관련기관 및 단체 관련인 여러분을 모시고 함께 대안을 찾아보고자 마련한 자리이오니 세계의 기준을 만드는 대한민국 화장실 문화의 발전을 위하여 조언과 격려를 부탁드립니다. 심포지엄을 위해 후원으로 함께해 주신 행정자치부에도 감사를 드리며 아울러 연구소를 위해 노력과 봉사를 해주실 이장훈소장님을 비롯한 자문위원, 연구위원, 연구원, 교육위원 본회 부설 한국생활악취연구소가 여러분들에게도 감사와 고마움의 인사를 드립니다.

모쪼록 화장실의 악취에서 시작하여 대한민국의 모든 악취 문제를 해결할 수 있는 좋은 연구소의 역할을 할 수 있도록 아낌없는 격려와 사랑으로 손잡아 주시기를 부탁드리며 오늘의 심포지엄에서도 좋은 의견을 나누는 귀한 시간들이 되시기를 빌겠습니다.

고맙습니다.

2007. 3. 6

격려사

홍 기 남
행정자치부 지역발전정책팀장

여러분 대단히 반갑습니다.

오늘 여러분과 함께『아름다운 화장실 가꾸기 심포지엄』을 갖게 된 것을 매우 기쁘게 생각합니다. 또한 어려운 가운데에서도 화장실 문화 개선사업에 솔선수범하며 오늘 심포지엄에 참여해 주신 문화시민연대 표혜령 대표님과 화장실 문화운동 선도자 여러분 모두에게 진심으로 감사를 드립니다.

여러분께서도 잘 알고계신 바와 같이 화장실은 좋든 싫든 누구나 이용할 수밖에 없는 필수적인 생활공간 입니다. 어떤 지역이나 국가를 방문하게 되면 제일먼저 찾게 되는 곳이 바로 화장실이고 이 화장실에서 받는 인상이 그 지역과 국가의 문화를 가름하는 척도가 되기도 합니다.

우리의 옛 말에 "화장실과 처갓집은 멀수록 좋다"는 속담과 같이 '화장실은 지저분한 곳', '멀리 해야하는 장소' 로 사람들의 인식에 치부되어 왔습니다.

오늘『아름다운 화장실 가꾸기 심포지엄』을 개최하는 의미도 이와 같은 그릇된 인식에서 벗어나 화장실에 대한 새로운 변화를 선도 하자는데 있다고 생각합니다.

이 자리에 계신 표혜령 대표께서 만드신 "아름다운 사람은 머문 자리도 아름답다"는 말처럼 화장실 이용 및 관리문화가 바뀌어 가고 있습니다.

오늘의 심포지엄을 계기로 아름다운 화장실 만들기 운동을 위한 변화와 다짐의 새로운 장이 되어야 하는 이유도 바로 여기에 있다고 봅니다.

따라서 화장실 공급자는 항상 청결한 화장실 유지관리를 위해 노력하고 사용자는 이용 시 다음 이용자를 배려하며, 항상 깨끗하게 이용하는 마음을 가져야 하겠습니다. 이에 따라 우리정부에서도 2004년도에『공중화장실등에관한법률』을 마련하여 화장실의 위생적 관리를 통한 국민 편의 증진을 위해 노력하고 있습니다.

또한 지방자치단체 및 시민단체와 함께 '전국 화장실 담당자 · 관리인 교육', '화장실 바로쓰기 캠페인', '공중 화장실 설계공모전' 등을 적극 추진해 나가고 있습니다. 저는 오늘 이 심포지엄을 계기로 아름다운 화장실 문화운동이 파급 확산되어 "선진 한국의 이미지 제고"에 앞장서 주실 것으로 믿습니다. 아울러 금년 11월 21일부터 5일간 개최되는『2007 세계화장실협회 창립총회』개최에도 여러분들의 많은 참여와 성원을 당부드립니다. 다시 한번 선진 화장실 문화운동 조성을 위해 노역하실 여러분과 오늘 행사 준비에 수고해 주신 시민연대 관계자 여러분께 감사드립니다.

2007. 3. 6

「화장실 및 주거지역 악취문제 개선방안」 심포지엄 목차

07 발표1

화장실 악취 및 S구청사 악취 원인 규명 ……이 장 훈

(한국생활악취연구소 소장)

25 발표Ⅱ

대단위 아파트의 악취원인 규명 사례 ……박 종 훈

(광운대학교 환경공학과 수질환경연구실 박사)

47 발표Ⅲ

악취의 문제점과 처리기술 ……정 익 재

(성균관대학교 연구교수)

61 토론Ⅰ

환기 및 조명으로도 저감시킬 수 있는 악취와 세균문제 ……정 종 배

((주)예감 대표)

70 화장실문화시민연대

부설 한국생활악취연구소 소개

71 한국생활악취연구소 구성원 소개

발표 I

화장실 악취 및 S구청사 악취 원인 규명

이 장 훈

한국생활악취연구소 소장

화장실 악취 및 S구청사 악취 원인 규명

Ⅰ. 화장실 악취

1. 화장실내 악취 원인

화장실에서 발생하는 악취는 화장실 바닥, 변기, 배수관 등에서 발생합니다. 이중 변기와 배수관에서 발생하는 악취는 화장실 악취의 주원인이며, 이는 변기와 배수관에 고착되어 있는 침전물과 각종 세균들이 근본 원인입니다. 악취를 발생시키는 세균은 물, 공기, 온도, 영양분이 풍부한 변기에서 24시간 내내 생장하고 번식합니다.

변기는 세균의 온상이며, 매 20분마다 세균수가 2배로 증가하기 때문에 효과적인 변기세정제를 사용하여 지속적으로 변기를 세척, 살균, 소독하여야 변기에서 발생하는 악취를 제거할 수 있습니다. 변기 막힘 문제의 이해 화장실 변기표면, 트랩, 배수관에는 각종 오물이 침전, 고착됩니다.

특히 변기 안에 물이 내려가는 배수관에는 오랜 시간에 거쳐 스케일이 침전되어 원활한 물의 흐름을 방해합니다. 스케일이 많아질수록 물의 흐름이 느려지고 적절한 조치를 취하지 않을 경우 변기가 막히거나 역겨운 냄새의 오물이 역류하는 현상이 발생합니다. 변기 막힘 문제를 해결하기 위해 변기를 교체하거나, 배수관 공사를 하거나, 지속적인 스케일 제거 작업이나 각종 약품처리 등을 함으로써 많은 비용을 낭비하게 됩니다.

또한 이러한 공사를 하여도 그 효과가 일시적이라 스케일이 다시 발생하게 되고 비용 또한 증가하게 됩니다. 효과적인 변기 막힘 문제를 예방 및 해결방법은 약품효과를 신뢰할 수 있는 세정액을 지속적으로 투입하여 스케일을 제거하고, 그 형성을 예방하는 것입니다.

2. 악취 관리

1) 지속적인 청소가 필요합니다.

일반적인 변기표면 청소는 그 효과가 잠시 일뿐이며, 청소 관리인은 변기를 청소하길 꺼려합니다. 통계에 따르면 여성이 화장실을 이용하는 횟수는 하루 평균 7.2회, 남성은 5.5회로 빈번히 이용하는 화장실을 일반적인 변기 표면 청소로 악취를 제거할 수 없습니다.

화장실은 24시간 내내 사용하며, 무기물/유기물 침전물 및 얼룩이 24시간 내내 발생합니다. 악취의 근본원인인 세균이 24시간 내내 생장하며, 종종 20분마다 2배가 되며, 배수관의 악취가 24시간 내내 발생하고 있습니다.

2) 위생적인 변기 표면 관리가 필요 합니다.

화장실 청소관리 직원은 유해한 변기 약품(화학물질)을 만지는 것을 꺼리고, 소변기나 대변기 안에 청소하기를 원하지 않습니다. 악취의 원인인 세균은 구멍이 많은 변기표면에 달

라붙어 일반적인 물 내림에도 살아남으며, 물때가 작은 구멍이 많은 변기표면에 달라붙어 변기를 비위생적으로 만듭니다.

3) 위생적인 변기 소독이 필요합니다.

청소관리인은 변기트랩, 배수관을 청소할 수 없습니다. 어떠한 청소도구로도 변기트랩, 배수관을 지속적으로 청소할 수 없습니다.

4) 변기 막힘현상을 스케일 예방/제거가 반드시 필요합니다.

스케일과 물때는 지속적으로 침전되며, 변기청소가 부실하다는 증거입니다. 물때는 더 많은 청소를 필요로 하며, 물때를 제거하기 위해서 강산성 약품이나 변기에 손상을 주는 연마제를 사용합니다. 또한 이러한 물때나 스케일은 악취의 원인인 세균을 감추는 역할을 합니다.

5) 악취의 근원인 세균을 제거해야 합니다.

악취는 불결한 화장실의 신호입니다. 화장실 악취의 주원인은 세균의 성장이며, 세균은 풍부한 물, 풍부한 영양분, 성장과 번식을 위한 충분한 장소인 변기에서 매 20분마다 2배로 번식 증가합니다. 악취의 원인인 세균은 일반적인 청소로는 제거하기가 무척 까다롭고 어렵습니다.

6) 병원균을 살균하여야 합니다.

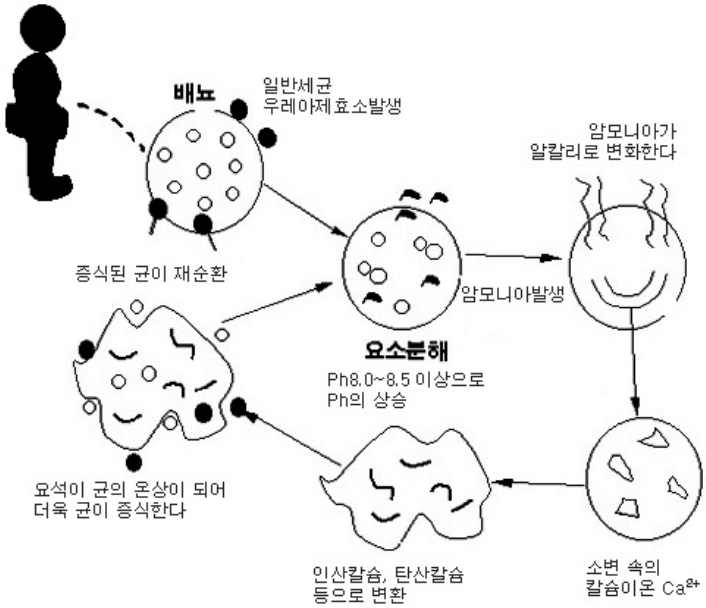
일반적인 정화조에서는 최종 침전조의 침전분리 과정에서 박테리아를 제거합니다. 그러나 통상적으로 대장균군이 일부남아 배출되므로 소독조에서 다시 살균을 합니다. 법적으로도 처리대상인원 500인 이상인 오수처리 시설의 경우 반드시 염소소독을 하여 방류하도록 규정하고 있습니다. 그러나 화장실 변기에서 정화조까지는 병원균을 죽이는 어떠한 활동이 없고, 이 때문에 비위생적인 악취가 발생하고, 병원균 감염 위험이 존재합니다.

3. 화장실악취 구조

화장실은 청결하고 쾌적한 공간으로 가꾸고 싶다면 「먼저 왜 화장실에서 냄새가 나는가?」의 원인을 알 필요가 있습니다. 이들 중에는 일상적인 청소로 해결할 수 있는 것도 있지만 가장 성가시고 근본적인 악취의 원인이 되는 것은 요석(尿石)입니다. 이 요석은 냄새뿐만 아니라 배수관이 막히는 등의 원인이 됩니다. 대변기보다 소변기가 자주 막히는 사고는 바로 이 요석 때문입니다.

더구나 이 요석은 한번 발생하면 좀처럼 보통 청소로는 제거할 수가 없습니다. 따라서 이 요석의 발생을 어떻게 예방하느냐 그것이 쾌적한 화장실을 위한 필수 포인트라고 해도 과언이 아닙니다.

요석 발생과정



1) 화장실 악취의 원인인 요석(尿石)

화장실을 청결하고 쾌적한 공간으로 가꾸고 싶다면 “화장실 냄새가 왜 나는가?”를 확인해야 하는데 일상적인 청소로도 해결할 수 없는 근본적인 악취의 원인은 요석입니다. 이 요석은 냄새 뿐만 아니라 배수관이 막히는 등의 원인이 됩니다. 더구나 이 요석은 한번 발생하면 좀처럼 보통 청소로는 제거할 수가 없습니다. 따라서 이요석의 발생을 어떻게 예방하느냐가 쾌적한 화장실을 위한 필수 포인트라고 해도 과언이 아닙니다.

2) 방치되어온 요석의 문제

화장실의 그늘에 가려진 악취의 주범인 요석의 관리는 지금까지 기술적인 추구도 진행되지 못한 채 홀대 받아왔습니다. 청소원의 의욕에만 맡겨진 채 요석이라는 근본적인 문제는 크게 표현화 된 적이 없어 대책 없이 오늘에 이르렀습니다. 따라서 무엇보다도 쾌적한 화장실을 위해 절실히 요구되는 것은 지속적인 관심에 의한 효율적인 관리의 필요성이 중요합니다.

3) 요석은 왜 발생하는가?

요석이란, 소변 속에 포함되어 있는 탄산이나 인산 등이 칼슘과 화학반응을 일으켜 발생시키는 탄산칼슘이나 인산칼슘을 일컫습니다. 변기본체의 눈에 잘 안 띄는 림(가장자리) 부분이나 변기주변의 바닥이나 벽에 묻은 소변 (소변이 튀거나 흘러 넘쳐서) 이 오랜동안 방치되어 이 요석을 발생시킵니다.

4) 요석 제거방법

1. 약제에 의한 요석제거(변기, 바닥, 벽, 배수관 내부 등)

요석은 칼슘을 주성분으로 하지만, 그것을 제거하기 위해서는 가정용 계면 활성제로는 효과가 없습니다. 보통은 강산성의 세제를 사용해서 단단하게 굳어진 요석을 부슬부슬하게 만든 후에 떼어내는 방법을 이용합니다.

2. 고압세정에 의한 요석 제거(배수관 내부)

고압세정으로 요석을 파쇄 합니다. 요석을 완전히 제거하기 위해서 약제에 의한 세정과 함께 이루어집니다.

3. 와이어 등에 의한 요석제거(배수관 내부)

와이어 등으로 관내의 요석을 깎아내는 방법입니다.

4. 항균 규정의 재질에 의한 요석 예방

위생도기, 타일, 그 밖의 관련 상품이 항균 규정으로 되어 있어 요석이 쉽게 부착되는 것을 막아줍니다. 은 이온, 동 이온, 광촉매 등을 이용한 것이 이에 해당합니다.

5. 산계열 약제에 의한 요석예방

산계열 약제를 소변기 속에 내장함으로써 액성이 알칼리성으로 변하는 것을 막아, 요석 부착의 속도를 늦춥니다.

6. 효소 저해제에 의한 요석예방

세정수에 효소 저해제를 섞어서 액성을 알카리성으로 변화시키는 효소의 작용을 저해하여 요석의 생성을 예방합니다.

7. 전해수(電解水)를 이용한 요석예방

전해수를 세정수로 뿜어낼 수 있는 시스템을 가진 소변기로 요석의 발생을 예방합니다.

8. 호기성 미생물 등에 의한 요석 예방

호기성 미생물을 배양한 물을 변기의 세정수로 이용하거나, 청소 마지막에 배양수를 변기나 바닥, 벽에 뿌리는 방법이 있습니다. 호기성 미생물은 요석중의 무기물(칼슘화합물 등)을 결합시키는 유기물(인간의 배출물 등)을 포식해서 물과 이산화탄소로 분해합니다. 유기물을 상실한 무기물을 쉽게 물에 흘러 내려가게 됩니다.

9. 일상적인 유지관리로 요석 예방

일상청소나 정기청소로 트랩 안에 갈색의 이물이 발생하면, 굳어지기 전에 솔 등으로 씻어내 두면 변기부분 요석의 고착을 막을 수가 있습니다.

II. S구청사 악취 원인 규명

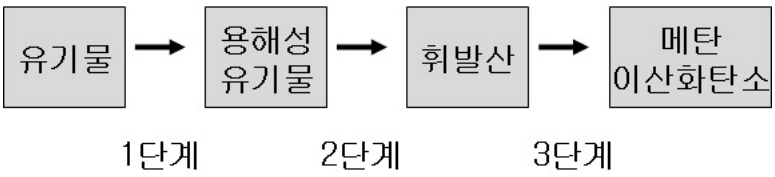
원인규명 개요

- S구청사는 구의회청사 및 구교육구청과 더불어 행정타운이 새로이 조성된 부지내 신축되어져 약 1년이 사용 경과되었는바 행정타운 인근 주거지역 및 아파트단지 입구 주변에서 상시 악취가 발산되어 민원이 발생되었고 청사내 1층에서 근무하는 직원들 또한 악취에 대한 불쾌감을 호소하여 악취 발생에 대한 원인을 조사하면서 있었던 사례를 가지고 말씀드리겠습니다.

1. 혐기성 처리

1) 혐기성소화 개요

혐기성 소화공정은 19세기 후반에 시작된 부패조, 임호프 탱크 등을 시작으로하여 폐수처리를 위한 효과적인 방안의 하나로 이용되어 왔고 최근에는 에너지 소비공정이 아닌 절약공정으로 인식되어 더욱 각광 받고 있으며 다양한 공정의 개발을 통해서 처리효율을 더욱 높여가고 있다. 혐기성 소화반응은 〈그림 1〉과 같이 생물학적 분해 가능한 유기물을 산소가 없는 상태에서 CO_2와 CH_4로 최종 분해되는 방응인데 기질에 대한 반응경로와 미생물의 기작 등에 관해서는 명확히 규명되지 않고 있다. 혐기성 소화공정은 간단히 세 단계로 구분될 수 있는데 1단계는 가수분해 단계(Hydrolysis), 2단계는 산형성 단계(Acidogenesis), 3단계는 메탄생성 단계(Methanogenesis)로 나타낸다.



〈그림 1〉 혐기성 소화반응

① 가수분해 단계(Hydrolysis)

1단계이며 미생물이 분비하는 체외효소에 의해서 유기물이 단당류, 지방산, 아미노산등의 용해성 유기물질로 분해되는데 pH, 온도, 고형물의 형태와 크기 및 잔류농도, 유기산농도에 의해서 영향을 받으며 미생물이 탄수화물을 이용하려면 우선 탄수화물이 cellobiose, glucose 등의 저분자로 분해되어야 한다.

② 산 생성단계(Acidogenesis)

2단계이며 아세트산 생성단계로서 가수분해에 의해 생성된 저분자 유기물을 발효에 관련된 미생물들이 탄소원 및 에너지원으로 이용하는 단계이다.

아세트산생성균은 지방산과 에탄올, 벤조에이트 등을 산화시켜 아세트산과 수소를 생성한다. 반응의 최적 pH범위는 5.7~6.4 사이로 알려져 있고 최적온도는 중온(37℃)와 고온(52

℃)의 두 가지가 있으나 일반적으로 중온범위에서 반응기는 안정하게 운영될 수 있는 것으로 알려져 있다.

③ 메탄생성단계(Methanogenesis)

3단계이며 혐기성 분해의 최종산물인 메탄가스를 생성한다. 메탄생성 박테리아는 발효와 초산생성반응의 부산물을 메탄으로 전환시킨다. 특히 초산과 수소를 CH_4와 CO_2로 전화시킨다. 이들 박테리아는 절대 혐기성 미생물이며 그들은 성장을 하기 위해서 대부분의 다른 혐기성 박테리아보다 더 낮은 환원전위를 요구한다. 만일 처리 시스템에 메탄생성 박테리아들이 없다면 원래의 유기물질이 가지고 있던 거의 같은 당량의 에너지를 지닌 유기산이 처리 시스템 내에 축척된다. 그들은 빛 같은 체외 전자 수용체가 없어도 혐기적 상태에서 분 자상 수소로부터 전자를 획득하여 혐기적으로 아세테이트를 물질대사 할 수 있는 유일한 미생물이다.

2) 혐기성 소화의 장 · 단점

혐기성 소화는 고농도 유기물 부하량에 대해서도 안정적으로 운영되고 미생물에 의해 유기물이 분해되므로 메탄 및 이산화탄소로 완전히 안정화되며 호기성공정처럼 별도의 산소 공급도 필요 없다. 또한 최종적으로 발생하는 슬러지량이 호기성 처리공정에 비하여 5~10%에 지나지 않으므로 2차 오염이 최소화되며 슬러지 처리부담도 적다. 그러나 재래식 혐기성 처리방법은 혐기성 미생물의 증식속도가 느리 므로 반응조의 용량증대로 부지면적이 많이 소요되며 초기 시설투자비가 많이 드는 단점이 있다.

2. 단독정화조

1) 처리계통

부패 탱크식 단독정화조의 처리계통을 살펴보면 다음과 같다.

유입 → 제1부패조 → 제2부패조 → 여과조 → 방류조

① 제1부패조

각종 혐기성균에 의해 고분자유기물이 저분자생성물로 분해되는 단계로서, 알코올, 유기산, 유기염 등으로 분해되는데, 이때 다량의 수소와 메탄이 생성된다. 주로 섬유류, 기름, 단백질 및 기름분해균 등이 생활하며 이러한 미생물의 작용으로 정화가 이루어지며 조 내는 산성을 띤다.

② 제2부패조

제1부패조에서 고분자유기물을 영양분으로 하지만 이때 분해되지 않고 잔존하는 중간생성물을 메탄균이 영양분으로서 이용하여 완전히 최종 생성물로 분해하는 과정이 일어난다. 조내의 메탄균은 태양에너지와 엽록소 및 산소가 없어도 이산화탄소를 분해하는 능력을 가지고 있으며 조내는 약 알카리성을 띤다.

③ 여과조

쇄석을 통과하는 처리수에 잔존하는 유기물을 쇄석에 부착된 미생물이 유기물을 섭취하는 과정이다.

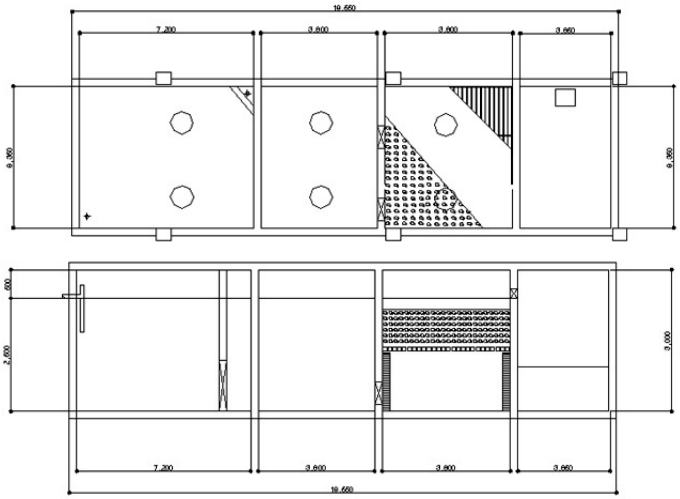
④ 소독 방류조

여과조를 거친 처리수를 공공 하수관로로 방류하기 이전에 처리수 내에 포함되어 있을 수 있는 병원균성 세균의 박멸을 위하여 염소 등을 처리수에 투입하기 위한 조이다.

3. 시공상태 확인

1) 시공상태

적정 시공 상태 확인은 "오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한법률"에 근거하여 아래 〈그림 2〉 도면과 같다.



〈그림 2〉

① 제1부패조

인입T관이 설치되지 않아 수면위로 바로 유입되도록 시공이 되어있다.

〈그림 3〉

〈그림 4〉

인입관로 3개중 1개만 확인〈그림 2〉가능

〈그림 5〉 인입관

〈그림 6〉 인입관

〈그림 7〉 인입관(그림 2)

② 제2부패조

배관의 오접으로 인해 중수처리장의 슬러지가 유입되고 있음.

〈그림 8〉

〈그림 9〉

③ 소독 방류조

수중펌프 2기설치 1기씩 교대로 수위조절 센서에 의해 방류.

〈그림 10〉

4. 문제점 및 대책

1) 인입"T"관 : 현재 제1부패조로 유입되고 있는 인입관은 3개소로 모두 주철 재질의 관으로 설치되어 있으며, 관의 끝부분이 부패조 내 오수에 잠겨져 있지 않고 오수가 부패조 상단으로 떨어지게 되는 형태로 설치되었으며, 관의 상단에 관내 가스의 흐름을 원활하게 작용시키는 "T"관이 생략 되어 있다(〈그림 3〉 참조). 이는 부패조 상단에 혐기성 상태의 유지를 곤란케 하여 혐기성 부패균의 생성 및 활동을 방해하게 되므로 〈그림 3, 4〉와 같이 부패조의 슬러지(오니) 형성이 안 되는 원인을 제공하게 되며 이것은 최초 설계 시 정화목표에 미달케 하고 충분히 정화 과정을 거치지 못한 오수가 흐름에 의해방류 될 수 있음으로 이러한 오수가 배출 되었을 때 오수가 포함한 악취 원인 물질에 의한 악취 발산의 원이 될 수 있으므로 인입관 3개소에 대한 "T"관 설치를 보완하여야 할 것으로 판단된다.

2) 인근의 중수 처리장에서 처리 후 남은 폐슬러지를 배관을 통하여 정화조 제 2부패조 상단으로 유입되어 지고 있으나(〈그림 8, 9〉 참조) 정화조는 분뇨오수 외에는 유입되어서는 안 되므로 별도의 슬러지 처리 방법을 모색하여야 할 것으로 사료된다.

3) 인입배관 3개소 중 2개소는 조내 구조벽 때문에 인입되는 상태의 확인이 불가능 하므로 인입관 인근에 점검 맨홀을 설치하여 인입관의 막힘과 이물질 유입 등을 확인 할 수 있어야 할 것으로 판단된다.

4) 방류 펌프 가동은 현재 운용시간을 수시로 조절하여 외부에서의 악취 발산이 최소화 될 수 있도록 운전조건이 될 수 있도록 조정 하여야 할 것으로 사료된다.

5. 단독정화조 관련 법규

제30조【오수처리시설 등의 관리기준】 ①법 제14조제2항의 규정에 의한 오수처리시설 및 단독정화조의 관리기준은 다음 각호와 같다. 다만, 하수도법 제2조의 규정에 의한 하수종말처리시설 또는 수질환경보전법 제25조의 규정에 의한 폐수종말처리시설로 오수를 유입시켜 처리하는 지역에 설치된 오수처리시설 또는 단독정화조에 대하여는 제1호·제2호 및 제5호의 규정을 적용하지 아니하되, 오수처리시설의 경우에는 연 1회 이상 내부청소를 실시하여야 한다.

1. 기능이 정상적으로 유지될 수 있도록 각 설비의 관리상태, 오니의 적정제거여부 및 방류수의 상태 등을 점검할 것
2. 1일 처리용량이 200세제곱미터 이상인 오수처리시설 또는 1일 처리대상인원이 2천인 이상인 단독정화조는 6월마다 1회 이상 그 시설로부터 배출되는 방류수의 수질을 자가측정하거나, 환경기술개발및지원에관한법률 제8조의3의 규정에 의한 측정대행자로 하여금 측정하게 하고, 그 결과를 기록하여 이를 최종기재한 날부터 3년간 보존할 것
3. 단독정화조는 연 1회 이상 내부청소를 할 것. 다만, 영 제2조의2제1호 내지 제7호의 규정에 의한 구역 또는 지역안에서 다음 각목의 1에 해당 하는 영업을 행하는 건물등에 설치된 단독정화조 및 영 제6조의2제3항제2호의 규정에 해당하는 단독정화조는 6월마다 1회이상 내부청소를 하여야 한다.
   가. 관광진흥법 제3조의 규정에 의한 관광숙박업 또는 관광객이용시설업(관광유람선업 및 외국인전용관광기념품판매업을 제외한다)
   나. 식품위생법 제21조의 규정에 의한 식품접객업(과자점영업 및 다방영업을 제외한다)
   다. 공중위생관리법 제2조제1항 제2호의 규정에 의한 숙박업
4. 오수처리시설은 그 기능이 정상적으로 유지될 수 있도록 침전오니·스컴 및 찌꺼기의 제거 등 내부청소를 실시하여야 하며, 청소과정에서 발생된 오니를 탈수하여 처리하거나 법 제35조의 규정에 의한 정화조청소업자에게 위탁하여 처리할 것. 이 경우 오니를 탈수하여 처리하는 경우에는 폐기물관리법 제12조의 규정에 의한 기준 및 방법에 따라 처리할 것
5. 1일 처리용량이 100세제곱미터 이상인 오수처리시설 또는 1일 처리대상인원이 500인 이상인 단독정화조에서 배출되는 방류수에 대하 여는 염소 등으로 소독을 할 것
6. 오수배수관이 막히거나 오수가 역류 또는 누수 되지 아니하도록 펌프 등 필요한 시설을 가동할 것
7. 악취가 발산되지 아니하도록 하고, 파리·모기 등 해로운 벌레의 발생·번식을 방지할 것

② 오수처리시설 또는 단독정화조의 소유자 또는 관리자는 오수처리시설 또는 단독정화조를 운영함에 있어서 다음 각호의 행위를 하여서는 아니 된다.

1. 단독정화조의 경우 수세식화장실에서 나오는 오수외의 오수를 유입시키는 행위
2. 오수처리시설 또는 단독정화조에 공장폐수·빗물 등을 유입시키는 행위

3. 오수처리시설 또는 단독정화조에 살충제·살균제 등 독성물질을 유입시켜 정상적으로 가동되지 아니하도록 하는 행위
4. 전기설비가 되어 있는 오수처리시설 또는 단독정화조의 경우 전원을 끄는 행위
5. 오수처리시설을 가동하는 때에 전력사용량 및 전원의 공급·차단시간을 기록하여 판독할 수 있는 가동상태확인기기를 고의로 작동시키지 아니하는 행위

6. 단독정화조 관련 시행규칙

[별표 2]

단독정화조의 생물화학적 산소요구량제거율 측정방법

(제9조제2항 관련)

1. 시료는 수세식화장실에 유입되기 전의 세정수와 정화조의 소독실로 유입되기 전의 유출수를 채취하여야 한다.

2. 생물화학적 산소요구량제거율(%) 산정방법등

가. 생물화학적 산소요구량제거율(%) 산정방법

생물화학적 산소요구량제거율(%) =

$$\frac{\text{유입수의 생물화학적 산소요구량(mg/l)} - \text{유출수의 생물화학적 산소요구량(mg/l)}}{\text{유입수의 생물화학적 산소요구량(mg/}l\text{)}} \times 100$$

나. 유입수의 생물화학적 산소요구량(mg/ l) 산정방법

유입수의 생물화학적 산소요구량(mg/ l) =

$$\frac{\text{생분뇨의 생물화학적 산소요구량(mg/l)}}{\text{희석배율}}$$

이 경우 생분뇨의 생물화학적 산소요구량은 20,000mg/ l 로 한다.

다. 희석배율 산정방법

$$\text{희석배율} = \frac{\text{생분뇨의 염소이온농도}}{\text{유출수의 염소이온농도} - \text{세정수의 염소이온농도}}$$

이 경우 생분뇨의 염소이온농도는 5,500mg/ l 로 한다.

[별표 3]

오수처리시설의 설치기준

(제15조 관련)

1. 오수처리시설의 규모는 오수처리시설을 설치하고자 하는 건물 기타 시설물에서 발생되는 오수를 처리할 수 있는 규모이상이어야 한다. 이 경우 오수발생량의 산정은 환경부장관이 고시하는 건축용도별 오수발생량의 산정방법에 의한다.
2. 구조물의 윗부분이 밀폐되는 경우에는 뚜껑(직경 60㎝이상)을 설치하되, 뚜껑은 밀폐할 수 있어야 하며 잠금장치를 설치하거나 뚜껑밑에 격자형의 철망 등을 설치하여 안전하게 설치하여야 한다.
3. 구조물의 천정. 바닥 및 벽은 방수재료로 만들거나 방수재를 사용하여 누수되지 아니하도록 하여야 한다.
4. 구조물은 토압·수압·자체중량 기타 하중에 견딜 수 있는 구조이어야 한다.
5. 부식 또는 변형의 우려가 있는 부분에는 부식 또는 변형이 되지 아니하는 재료를 사용하여야 한다.
6. 발생가스를 배출할 수 있는 배출장치를 갖추어야 하고, 배출장치는 이물질이 유입되지 아니하는 구조로 하며 방충망을 설치하여야 한다.
7. 유입량이 변동되더라도 기능수행에 지장을 받지 아니하는 구조로 설치하거나 유입량을 일정한 수준으로 유지할 수 있는 시설을 설치하되, 유입되는 오수를 최소한 6시간 이상 저류하거나 침전·분리시킬 수 있는 조정조를 설치하여야 한다.
8. 악취가 발산될 우려가 있는 부분은 밀폐하거나 악취를 방지할 수 있는 시설을 설치하여야 한다.
9. 기계류는 계속하여 가동될 수 있는 견고한 구조로 하되, 진동 및 소음을 방지할 수 있는 구조이어야 한다.
10. 오수배관은 폐쇄·역류 및 누수를 방지할 수 있는 구조이어야 한다.
11. 점검·보수 및 오니의 청소를 편리하고 안전하게 할 수 있는 구조이어야 한다.
12. 방류수수질검사를 위하여 시료를 채취할 수 있는 구조이어야 한다.
13. 유리섬유강화플라스틱(FRP)으로 구조물을 제작하는 경우에는 다음과 같이 하여야 한다.
    가. 지반 및 구조물 윗부분의 하중 등을 고려하여 구조물이 내려 앉거나 변형 또는 손괴되지 아니하도록 콘크리트로 기초공사를 하여야 한다.
    나. 구조물을 원형으로 제작하는 때에는 구조물이 수평을 유지할 수 있도록 구조물 본체에 1.5미터마다 받침대를 설치하여야 하고, 받침대는 구조물 윗부분의 하중 등을 고려하여 구조물이 내려 앉거나 변형 또는 손괴되지 아니하도록 충분한 강도를 갖추어야 하며, 받침대의 윗부분에는 구조물의 파손을 방지하기 위한 고무쿠션 등을 설치하여야 한다.
    다. 지하수 등으로 인하여 구조물이 떠오르는 것을 방지하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.

14. 기계·장비 등의 한국산업규격(KS)이 있는 경우에는 한국산업규격(KS) 표시의 인증을 받은 제품을 사용하여야 한다.
15. 전기제품중 전기안전관리법에 의하여 형식승인을 얻어야 하는 경우에는 승인을 얻은 제품을 사용하여야 한다.
16. 오수처리시설을 전원을 필요로 하는 처리방법으로 설치하는 때에는 전력사용량 및 전원의 공급·차단시간을 기록하여 판독할 수 있는 기기(이하 "가동상태확인기기"라 한다)를 설치하여야 한다. 이 경우 가동상태확인기기는 계량및측정에관한법률 제20조의 규정에 의한 전기시험분야의 공인시험·검사기관이 다음 각목의 요건에 적합한지를 검사한 것이어야 한다.(2000. 5. 개정)
    가. 전원의 공급 및 차단여부를 기록할 수 있어야 한다.
    나. 일일 전력사용량을 적산하여 이를 1년 이상 저장할 수 있어야 하며, 전력사용량의 오차는 5퍼센트 미만이어야 한다.
    다. 가동상태확인기기는 자료를 외부로 전송하거나 출력할 수 있는 구조이어야 한다.
    라. 외부에서 자료를 변경할 수 없는 구조이어야 한다.
    마. 가동상태확인기기의 외부에 접지용단자가 있어야 한다.
17. 오수처리시설의 운영중 일정기간동안 오수발생량이 현저히 감소할 것으로 예측되는 학교·연수원 등에 오수처리시설을 설치하는 경우에는 오수가 적게 발생하는 기간동안에도 오수처리시설이 적정하게 운영될 수 있도록 하여야 한다.

[별표 5]

단독정화조의 설치기준

(제21조 관련)

1. 단독정화조의 규모는 처리대상인원을 기준으로 하여 산정한 규모 이상이어야 한다. 이 경우 처리대상인원의 산정방법은 환경부장관이 정하여 고시한다.
2. 구조물의 윗부분이 밀폐되는 경우에는 뚜껑(직경은 처리대상인원이 10인이하는 45㎝이상, 20인이하는 50㎝, 30인이하는 55㎝이상, 31인이상은 60㎝이상)을 설치하되, 뚜껑은 밀폐할 수 있어야 하며 잠금장치를 설치하거나 뚜껑밑에 격자형의 철망 등을 설치하여 안전하게 설치하여야 한다.
    2의2 유입량이 변동되더라도 기능수행에 지장을 받지 아니하는 구조로 설치하거나 유입량을 일정한 수준으로 유지할 수 있는 시설을 설치하여야 한다.
3. 구조물의 천정. 바닥 및 벽은 방수재료로 만들거나 방수재를 사용하여 누수되지 아니하도록 하여야 한다.
6. 발생가스를 배출할 수 있는 배출장치를 갖추어야 하고, 배출장치는 이물질이 유입되지 아니하는 구조로 하며 방충망을 설치하여야 한다.
8. 악취가 발산될 우려가 있는 부분은 밀폐하거나 악취를 방지할 수 있는 시설을 설치하여야 한다.

15. 전기제품중 전기안전관리법에 의하여 형식승인을 얻어야 하는 경우에는 승인을 얻은 제품을 사용하여야 한다.

3. 별표 3 제3호 내지 제6호, 제8호 내지 제15호의 규정은 단독정화조의 설치기준에 관하여 이를 준용한다.

[별표 20]

오수처리시설 · 단독정화조의 구조 · 규격 · 성능 및 재질 기준

(제94조제1항 관련)

나. 단독정화조

1) 제9조의 규정에 의한 단독정화조의 방류수수질기준을 준수할 수 있는 처리능력을 갖춘 구조 · 규격이어야 한다.
2) 제21조의 규정에 의한 단독정화조의 설치기준에 적합한 구조 · 규격 및 부품을 갖추어야 한다.
3) 구조물 본체의 직경 또는 높이는 3미터를 초과하여서는 아니 된다.
4) 처리공법별 구조 · 규격 및 성능 기준은 다음과 같다.

부패탱크 방법

구 분	구조 및 규격	성능기준
침전 및 소 화 실 (부패실)	(1) 2실 이상 4실 이하로 구분하여 직렬로 접속하여야 한다. (2) 총유효용량은 1.5세제곱미터 이상으로 하고, 처리대상인원이 5인을 초과하는 때에는 5인당 0.5세제곱미터 이상을 가산한 용량으로 한다. (3) 제1실의 유효용량은 2실형의 경우에는 총유효용량의 3분의 2, 3실형 및 4실형의 경우에는 2분의1로 하여야 하고, 최종실에는 여과장치를 설치하되, 해당장치의 아래로부터 오수가 통과하는 구조로 하며, 쇄석층 또는 이에 준하는 여재부분의 부피는 총유효용량의 5퍼센트 이상 10퍼센트 이하로 하여 이를 해당 유효용량에 가산하다. (4) 각 실의 유효수심은 1미터 이상 3미터 이하이어야 하며, 유입관 개구부의 위치는 수면으로부터 유효수심의 3분의 1의 깊이로 하고, 유출관 또는 단층벽 하단 개구부의 위치는 수면으로부터 유효수심의 2분의 1의 깊이로 하거나, 각 실간의 벽의 동일 깊이에 적당한 수의 폭 3센티미터의 세로구멍을 6센티미터 간격으로 설치하되, 부상물 또는 스컴의 유출이 방지되는 구조이어야 한다. (5) 제1실의 유입관은 "T"자형 관으로 설치하되, 단층벽이나 "T"자형 관을 설치하는 경우에는 위에서 볼 수 있는 점검뚜껑을 두고, "T"자형 관의 지름은 10센티미터 이상이어야 한다. (6) 오니를 제거할 수 있는 뚜껑을 설치하여야 한다.	생물화학적 산소요구량을 50퍼센트 이상 제거할 수 있어야 한다.

발표 II

대단위 아파트의 악취원인 규명 사례

박 종 훈

광운대학교 환경공학과 수질환경연구실 박사

대단위아파트 단지의 악취원인 규명 사례

요 지

악취는 대기오염의 한 형태로써, 황화수소, 메르캅탄류, 아민류, 기타 자극성이 있는 기체상 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새로 정의 될 수 있다. 심리적, 정신적 피해를 주는 감각오염 물질로 냄새를 유발하는 주요 악취오염물질만도 1,000여 종에 이르고 있으며 주요 형태로는 부패성 냄새, 암모니아 냄새, 땀냄새, 강한 자극을 주는 냄새 등으로 구분된다.

2002년 10월 서울시 G구청과 계약에 의해 수행된 "대단위 아파트단지 악취원인 규명 학술용역"(이하 "학술용역"이라 칭함)에 대한 최종보고서를 통해 생활 악취에 대한 원인 규명과 해결 방안을 예시하고자 한다.

학술용역은 민원이 발생한 지역에 대한 사전답사를 통해 조사할 지역을 선정한 후, 각 지역에 대한 악취 원인 물질에 대한 측정, 단독정화조에 대한 설계·시공 상태 조사, 그리고 우수 및 오수 관로의 시공 상태 조사를 실시하였다. 여러 측정 및 조사를 통해 악취 발생의 주요 원인을 진단하고 해결 방안을 제시하였다.

기 수행된 학술용역은 주민들의 악취 민원처리를 위한 G구청의 의뢰로 이루어졌으며, 악취 발생 원인에 대한 조사와 대처 방안 제시를 통해 민원을 해결하였다는 점에 의의를 둘 수 있다. 이와 같이 악취에 의한 민원이나 문제점 제기시, 관·산·학·연이 연계하여 해결하는 시스템이 정착화 된다면 보다 나은 생활환경 조성에 도움이 될 것으로 판단된다.

학술용역의 결과를 통해, 금번에 개소하는 '화장실문화시민연대'내 '한국생활악취연구소'가 역할을 수행함에 있어서, 하나의 지표가 될 수 있을 것으로 사료된다.

학술용역 결과 보고

1. 서 론

1. 1 악취의 정의

악취는 대기오염의 한 형태로써, 황화수소, 메르캅탄류, 아민류, 기타 자극성이 있는 기체상 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새로 정의 될 수 있다. 심리적, 정신적 피해를 주는 감각오염 물질로 냄새를 유발하는 주요 악취오염물질만도 1,000여 종에 이르고 있으며 주요 형태로는 부패성 냄새, 암모니아 냄새, 땀냄새, 강한 자극을 주는 냄새 등으로 구분된다.

1. 2 악취 발생원

악취의 발생원으로는 크게 자연적 발생원과 인위적 발생원으로 나눌 수 있다. 자연적 발생원은 자연적 미생물에 의한 단백질 분해 또는 물질자체가 가지고 있는 고유의 냄새 등으

로서, 종류와 양이 대단히 많다. 그러나 일부 국지적으로 발생하는 경우를 제외한 대부분의 경우 넓은 지역에 저농도로 분포되어 있어 문제화 되지 않는다.

인위적 발생원으로는 ① 축산시설, ② 사료・비료 제조, 음・식료품 제조, 화학, 섬유・피혁, 도장 등의 제조시설, ③ 도축장, 쓰레기・폐수・분뇨 처리시설, 자동차정비시설 등의 일부 서비스업 등이 있으며, 이러한 시설 이외에도 자동차・트럭 등의 이동오염원, 건설작업현장, 쓰레기 집하장, 개인주택 등이 있다.

악취는 주로 물질의 발효・부패에 따른 분해가스의 배출과 염소, 염화수소, VOC 등 악취를 유발하는 화학물질의 누출, 물질의 불완전연소에 따른 소각가스 등에서 발생하는 경우가 많으며, 이로 인해 주변 주민들로부터 민원을 야기 시킨다.

발생원별 주요 악취물질을 살펴보면 축산시설, 분뇨・하수처리장, 사료공장, 펄프제조 등 물질부패가 예상되는 시설에서는 황화수소, 메틸메르캅탄류 등이 주로 발생되며, 합판제조, 도료제조, 인쇄・잉크제조, 도장시설 등 유기용제의 사용이 많은 시설에서는 벤젠, 톨루엔, 스티렌, 자일렌 등의 탄화수소류와 알데히드, 에스테르계 물질이, 비료제조시설, 소각시설 등에서는 염소・염화수소 등이, 식료품제조시설에서는 아민류 등의 물질이, 드라이크리닝・세탁시설에서는 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌 등이 주로 배출된다.

현행 대기환경보전법에서는 악취발생원을 대기오염물질배출시설(이하 '배출 시설'이라 한다), 생활악취규제대상시설(이하 '생활악취시설'이라 한다)로 구분하여 배출허용기준 및 시설관리기준 등을 규정하고 있으며, 이외에 악취발생물질의 소각을 금지하고 있다.

1. 3 악취의 특징

1. 3. 1 악취 유발물질의 특성

대부분의 악취는 특정한 몇 가지 냄새나는 물질에 의한 것은 아니고, 대단히 많은 물질을 포함하는 다성분계이다. 또한 이러한 다성분계 냄새의 세기는 냄새를 일으키는 성분끼리의 복합 작용이 있기 때문에 단순하게 성분의 합으로 생각하기에는 어려움이 있다. 또한 냄새는 물질의 종류에 따라 차이가 있으며, 이러한 물질 중 일부가 악취로 인식되게 된다. 악취 종류를 모두 나타낼 수는 없으나, 주요 형태로는 계란・생선 등이 썩는 것과 같은 부패성 냄새, 암모니아성 냄새, 땀냄새, 강한 자극을 주는 냄새 등으로 구분하여 볼 수 있다. 표 1에 주요 물질별 악취 형태를 나타내었다.[1)]

1. 3. 2 악취 표현 단위

악취를 나타내는 단위에는 최소감지값(Threshold), 농도(Concentration), 악취세기(Odor Intensity Index), 희석배수(Dilution Threshold, 배율)등이 있으며, 각 단위별 특성은 다음과 같다.

최소감지값은 악취 성분이 감각기에서 인지되기 시작하는 경계치 농도값을 말하며, 이를

1) 핸드북 악취방지법, 악취법령연구회(일본), 1996, p24~27에서 일부내용을 발췌하여 인용

역치라고도 한다. 화학물질에 따른 최소감지값이 다르며, 이 때 최소감지값이 작은 물질은 낮은 농도에서 냄새를 유발하므로, 강한 냄새를 발생시키는 물질이다. 그러나 사람마다 느끼는 정도의 차이가 크므로 최소감지농도로 악취오염도를 규정하기에는 어려움이 있다.

농도는 일정량의 부피 중에 존재하는 성분의 비율 즉, 조성을 표시하는 양으로서 여러 가지 단위가 사용될 수 있으며, 주요 단위로는 질량백분율(Wt%), 체적백분율(Vol%), 몰수의 비(몰분율) 등이 이용된다. 가스상 악취물질의 화학적 분석에 의해 측정된 농도 단위로는 단위부피당 부피(Vol/Vol)를 사용하는 경우가 많아 악취성분의 농도를 ppm(parts per million, ㎖/㎥), ppb(10^{-3}ppm), ppt(10^{-6}ppm)로 표현하는 것이 일반적이며, 단위부피당 질량(Wt/Vol)으로 표시하는 ㎎/㎥, ㎍/㎥ 등의 단위를 사용하는 경우도 있다.

표 1. 주요 물질별 악취의 특성

화합물	냄새의 특성	원 인 물 질 명
황화합물	양파, 양배추 썩는 냄새	메틸메르캅탄(CH_3SH), 황화메틸[$(CH_3)_2S$], 이황화메틸(CH_3SSCH_3) 등
	계란썩는 냄새	황화수소(H_2S) 등
질 소 화 합 물	분뇨 냄새	암모니아(NH_3), 에틸아민($CH_3CH_2NH_2$) 등
	생선썩는 냄새	메틸아민(CH_3NH_2), 트리메틸아민[$(CH_3)_3N$] 등
알데히드류	자극적이며, 새콤하고 타는 듯한 냄새	아세트알데히드(CH_3CHO), 프로피온알데히드(CH_3CH_2CHO), 노말부틸알데히드[$CH_3(CH_2)2CHO$], 이소부틸알데히드[$(CH_3)_2CHCHO$], 노말발레르알데히드[$CH_3(CH_2)_3CHO$], 이소발레르알데히드[$(CH_3)_2CHCH_2CHO$] 등
탄화수소류	자극적인 신나 냄새	아세트산에틸($CH_3CO_2C_2H_5$), 메틸이소부틸케톤[$CH_3COCH_2CH(CH_3)_2$]등
	가솔린 냄새	톨루엔($C_6H_5CH_3$), 스티렌($C_6H_5CH=CH_2$), 자일렌[$C_6H_4(CH_3)_2$] 등
지방산류	자극적인 신냄새	프로피온산(CH_3CH_2COOH) 등
	땀냄새	노말부티르산[$CH_3(CH_2)_2COOH$] 등
	젖은 구두에서 나는 냄새	노말발레르산[$CH_3(CH_2)_3COOH$], 이소발레르산[$(CH_3)_2CHCH_2COOH$] 등
할로겐 원소	자극적인 냄새 자극성 냄새	염소, 불소 등

발생원에서 배출되는 악취의 총량을 표현하는 방법으로 후각한계수준의 냄새 1 ft^3을 1 Odor Unit로 정의하고, 냄새시료 1 ft^3을 후각한계까지 희석시켰을 때의 총 용량(ft^3)을 Odor Concentration이라 하고, 여기에 단위시간당의 배출가스량을 곱해서 배출원의 부하(OER : Odor Emission Rate)로서 표현하기도 한다. 이 값의 장점으로는 각 배출원의 영향범위나 영향정도의 추정, 배출원별 악취오염에 따른 영향도의 상대적인 비교가 용이하게 된다. 최근

에는 각 배출원의 OER값을 합계하여 Total Odor Emission Rate(TOER)에 의해 전체 악취의 발생정도를 나타내기도 한다.

대기 중의 냄새의 정도를 수치화하여 표현하는 방법으로 대기오염공정 시험법상의 직접관능법에 의한 악취강도, 일본의 6단계 냄새표시법, 미국의 TIA(Total Intensity of Aroma) 등이 방법이 있다. 직접관능법에 의한 악취세기는 최소감지값 수준의 냄새를 1도, 악취로 인식되지 않을 보통의 수준을 2도(규제기준)로 하며, 기타 악취로 느낄 수 있는 세기를 3~5도로 규정하고 있다. 일본의 6단계 냄새표시법은 우리나라의 악취세기와 유사하며, 미국의 TIA는 무취, 약간 냄새, 확실한 냄새, 강한 냄새의 4단계 척도를 이용하고 있다.

현행 대기환경보전법상 8개 물질의 악취세기별 농도는 표 2와 같다.[2)]

표 2. 악취물질의 악취세기와 농도와의 관계

(단위 : ppm)

악취세기 / 물질명	1	2	2.5	3	3.5	4	5
암 모 니 아	0.1	0.6	1	2	5	10	40
메틸메르캅탄	0.0001	0.007	0.002	0.004	0.01	0.03	0.2
황 화 수 소	0.0005	0.006	0.02	0.06	0.2	0.7	9
황 화 메 틸	0.0001	0.002	0.01	0.05	0.2	0.8	20
이황화메틸	0.0003	0.003	0.009	0.03	0.1	0.3	3
트리메틸아민	0.0001	0.001	0.005	0.02	0.07	0.2	3
아세트알데히드	0.002	0.01	0.05	0.1	0.5	1	10
스 티 렌	0.03	0.2	0.4	0.8	2	4	20

1. 4 악취에 의한 영향

악취에 의한 생리학적인 영향은 호흡기, 순환기, 소화기, 후각기 계통 등으로 나눌 수 있으며 각 계통에 미치는 영향을 표 3에 나타내었다. 악취물질은 앨러지 반응을 촉진하거나 정신적 불안감으로 인한 증상의 악화 또는 회복에 저해를 일으킬 수 있다.

악취 물질의 대부분은 유해성 화합물로써, 인체가 인지하지 못하는 낮은 농도에서도 인체에 심각한 영향을 미칠 수 있다. 이와 같은 악취 유발물질에 대한 기준과 적절한 규제를 통해 쾌적한 작업 환경을 유지하여야 한다.

표 4에 악취 물질의 규제농도와 인체에 미치는 영향에 대해 나타내었다.

2) 핸드북 악취방지법, p51

표 3. 악취가 신체 각 부위에 미치는 영향

구 분	미 치 는 영 향
호흡기계통	좋은 냄새를 맡으면 호흡이 깊어지고, 불쾌한 냄새를 맡으면 반사적으로 호흡이 멈춰지고 호흡리듬의 변화가 일어나 호흡수 및 호흡의 깊이가 감소된다.
순환기계통	좋은 냄새를 맡으면 깊은 호흡과 동시에 혈압이 하강하고 과도한 긴장을 풀어주는 등의 진정효과가 있으며, 반대로 자극적인 냄새(악취)는 혈압의 상승 등에 의한 정신적 불안을 가져오기도 한다.
소화기계통	위장활동을 억제하고 소화액의 분비를 저해하여 식욕 감퇴, 수분섭취의 저하를 일으키고 심한 경우 구토를 일으키기도 한다.
수면 장애	악취가 건강에 미치는 또 다른 영향은 불면증과 정신불안을 들 수 있다. 장기적으로 계속해서 불쾌한 냄새에 노출되면 사람은 안정감을 잃게 되고 마음이 조급해지며, 심한 경우 히스테리 상태가 되어 이상한 행동을 하는 등 정신적 작용으로 인한 영향이 크게 나타난다. 또한, 불쾌한 냄새로 인하여 깊은 잠에서 깨어나면 다시 잠들기 어렵게 되며, 약한 악취에도 수면방해가 있을 수 있게 되지만 어느 정도의 냄새에서 수면이 방해되는가에 대해서는 상황에 따라 일정하지가 않다.
두통, 구토감	불쾌한 냄새에 의해 두통이나 구토를 호소하는 예는 대단히 많으며, 방향성물질에 있어도 장기간 또는 고농도로 노출되면 대단히 강한 불쾌감과 혐오감을 일으키게 된다. 그러나 이러한 심리적 영향은 대단히 주관적이며 불쾌한 정도나 대상물질은 사람의 태도, 성질, 시간 등에 좌우되는 수가 많다.
기타 영향	황화수소나 유기황화합물 등의 악취물질이 고농도로 대기 중에 존재하는 경우에는 여러가지 사고가 발생되지만, 저농도에서도 장기간에 걸쳐 환경에 존재하는 경우에는 동·식물에 여러 가지 생리적 장해를 일으킬 수 있다. 또한, 악취물질에 의해 금속의 부식, 고무의 열화, 구조물의 손상 등의 광범위한 영향도 일어날 수 있으나, 이는 악취에 의한 영향보다는 개별물질의 물리·화학적 성격에 따른 영향으로 볼 수 있다.

표 4. 악취 물질의 규제농도와 인체에 미치는 영향

물질명	최소 감지농도	악취규제[a]	노동환경[b]	환경규제[c]	급성중독시 발생될 증상[d]
암모니아	0.1	1 또는 2	25		코, 눈의 자극
트리메틸아민	0.00021	0.005 또는 0.02	10		폐자극, 눈자극, 간장애
황화수소	0.00047	0.02 또는 0.06	10		충혈, 호흡장애, 두통
메틸메르캅탄	0.0001	0.002 또는 0.004	10.5		최면, 중추신경마비
황화이메틸	0.0001	0.01 또는 0.05			마취성, 독성낮음
이황화이메틸	0.0003	0.009 또는 0.03			
아세트알데드	0.002	0.05 또는 0.1	100		
스티렌	0.03	0.4 또는 0.8	50		마취작용
아크로레인	0.21		0.1		호흡기, 피부, 눈 자극
벤젠	4.68		10	0.001	신경장애
포름알데히드	1.0		1		눈, 코 등의 점막자극
아황산가스	0.47		2	0.05	폐기능장애

a. 우리나라의 부지경계선상에서 농도규제(앞은 기타지역 뒤숫자는 공업지역)
b. 우리나라의 작업장에서의 8시간 평균허용농도(노동부고시 제86-45, 88-69, 91-21호)
우리나라, 일본 공히 미국산업위생전문가회의(ACGIH)의 허용기준을 따르고 있다.
c. 일본대기오염방지법과 동법 1996년 8월 5일 개정 법률에서 인용
d. 日本文學會, "環境の基準", 1979年, (株)丸善에서 인용

1. 5 악취 배출 허용 기준

대기오염물질배출시설에서 발생하는 악취에 대한 배출허용기준은 직접관능법, 공기희석관능법, 기기분석법에 대하여 표 5와 같이 규정되어 있으며, 생활악취규제대상시설로부터 발생하는 악취에 대하여는 직접관능법에 의한 2도 이하로 악취가 배출되도록 물청소, 탈취제 살포 등 악취제거조치를 취하도록 규정되어 있다.

악취의 측정은 대기오염공정시험방법에 의하여 직접관능법 또는 공기희석관능법으로 실시하되, 부지경계선에서 채취한 시료 중에 기기분석법에 규정된 8가지의 악취물질이 있다고 판단되는 경우에는 기기분석법을 병행하며, 이 경우 어느 하나의 방법에 의하여 기준을 초과할 때에는 배출허용기준을 초과한 것으로 본다.

규제대상이 될 수 있는 악취물질은 대량으로 대기 중에 배출되어 악취 민원이 야기 될 수 있는 것이다. 이러한 물질로 인위적으로 생산되는 휘발성 유기화합물로 톨루엔, 크실렌, 아세트산 에틸 등은 신너로서 대량으로 대기 중에 배출 될 수 있다. 대기 중 배출량은 적으나 악취감지 농도가 극히 낮아 소량의 배출로도 악취 민원이 야기 될 수 있는 물질들로 황화수소, 메틸메르캅탄, 저급지방산, 알데히드류, 트리메틸아민 등이 대표적이다.

표 5. 악취에 대한 배출허용기준

측정방법	배 출 허 용 기 준		
직접관능법	악취도 2도이하		
공기희석 관 능 법	가. 배출구 (1) 공업지역내의 사업장 : 희석배율 1,000이하 (2) 기타지역내의 사업장 : 희석배율 500이하 나. 부지경계선 (1) 공업지역내의 사업장 : 희석배율 20이하 (2) 기타지역내의 사업장 : 희석배율 15이하		
기기분석법	악취물질	공업지역안의 사 업 장	기타지역안의 사 업 장
	암모니아	5 ppm이하	2 ppm이하
	메칠메르캅탄	0.01 ppm이하	0.004 ppm이하
	황화수소	0.2 ppm이하	0.06 ppm이하
	황화메틸	0.2 ppm이하	0.05 ppm이하
	이황화메틸	0.1 ppm이하	0.03 ppm이하
	트리메틸아민	0.07 ppm이하	0.02 ppm이하
	아세트알데히드	0.5 ppm이하	0.1 ppm이하
	스티렌	2 ppm이하	0.8 ppm이하

2. 대단위 아파트단지 악취원인 규명 학술용역 수행 결과

2. 1 연구 목적

대규모 아파트단지인 K타운의 악취발생원 및 주요 악취성분을 규명하여 악취 민원에 대한 해결책을 제시하고 생활환경 개선에 기여하고자 한다.

2. 2 연구 수행

2. 2. 1 악취측정지점 선정 및 측정

주민들의 민원을 기초로 악취발생지역을 선정한 후 3회의 사전 답사과정을 거친 후 측정에 들어갔다. 답사과정에서는 설계도면과 악취발생지역의 비교분석을 통해 악취발생원이 될 수 있는 지형 및 구조물의 특징을 조사하였고, 또한 민원지역의 악취발생정도를 사전에 파악하여 악취측정지점을 선정하였다. 대규모 아파트 단지인 K타운에 설치된 정화조와 오·우수관로가 악취의 주원인으로 작용되고 있을 가능성이 가장 큰 것으로 사전답사를 통해 조사되었다. 이에 따라 측정은 그림 1에서 보여주는 바와 같이 아파트에 설치된 정화조와 악취배출구 그리고 오·우수 관로를 따라 3일 동안 3회/1일 이루어졌다.

악취측정지점은 오·우수 관로를 따라 1~12지점을 선정하였으며, 3군데의 아파트 단독정화조와 상가 단독정화조, 그리고 각 정화조의 악취 제거를 위한 닥트를 선정하여 측정하였다. 또한 각 지점을 연결하는 오수 및 우수관거에 대한 크기와 관거의 고도차를 조사하였다.

측정항목은 악취배출 허용기준이 고시되어 있는 주요 악취성분 중 하수와 정화조에서 발생되는 주요 악취원인 암모니아, 메틸메르캅탄, 황화수소, 황화메틸을 측정하였고, 또한 정화조 및 하수관로 내에서의 유기물부패를 알아보기 위하여 메탄측정도 함께 병행하였다.

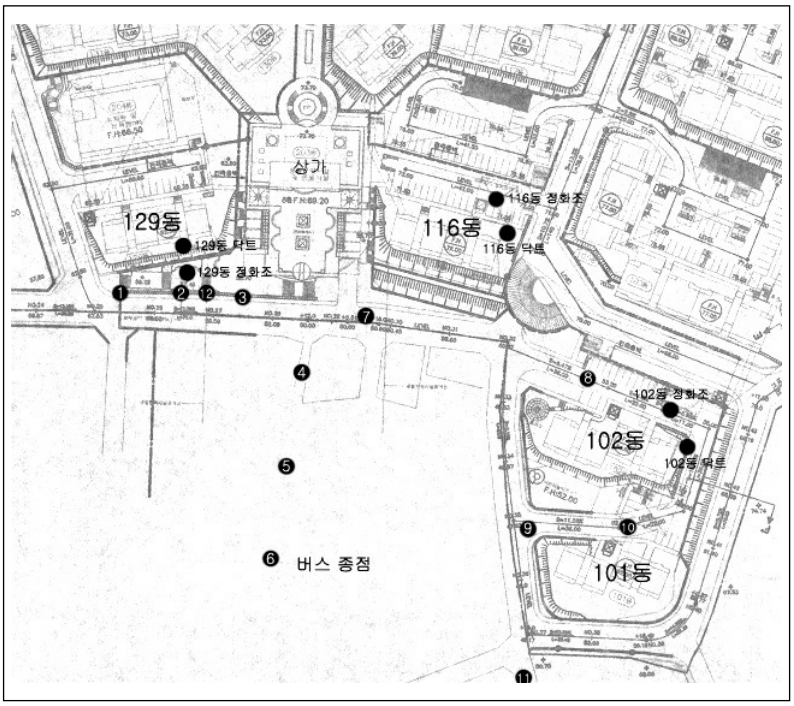


그림 1. 악취측정 지역

2. 2. 2 악취측정 및 조사 지점의 특성

오수 및 우수관거를 따라 크게 그림 1의 좌측을 A지역으로, 우측을 B지역으로 나누었다. 특히 B 지역은 악취에 의한 민원이 최초로 제기된 지역이다.

가) 1~3지점은 급격한 경사로 이루어져 있으며, 1과 3지점 앞쪽에 위치한 우수관거 내에 악취흐름 방지 설비가 설치되어 있었다. 7 지점은 1~3지점을 흐르는 오수 및 우수와는 다른 흐름으로써 지대가 1~3지점에 비해 낮은 곳에 위치하였다. 4~6지점은 1~3지점과 7지점에서 내려오는 오수와 우수가 합류되어 흐르는 지역으로 전체 조사 구역 중 낮은 지대이다. 101동과 102동 지역은 악취 민원이 최초 제기된 곳으로써, 8지점은 102동 정화조 유출수가 흐르는 지점이고, 9~10지점은 단지 우측으로 흐르는 오수 및 우수관거의 하류 지점이며, 11지점은 8~10지점을 흐른 오수 및 우수가 합류하여 흐르는 지점이다.

나) 102, 116, 129동 및 상가에 설치되어 있는 단독정화조는 유입 → 제1 부패조 → 제2 부패조 → 제1 접촉폭기조 → 제2 접촉폭기조 → 침전조 → 소독, 방류조 → 방류 순으로 구성되어 있고, 침전조 하단과 상단의 침전물 및 상단의 부유물질은 오니이송관을 통하여 부패조로 반송되어 다시 처리되는 시스템으로 구성되어 있다. 또한 각 정화조에서 발생하는 악취를 제거하기 위한 악취배출관(닥트)이 설치되어 있었다.

다) 아파트단지내 오수 및 우수관거에 대한 고도차와 적정 크기 확인을 위한 조사를 각 지점을 중심으로 측정 및 조사하였다.

2. 3 연구수행 결과 및 고찰

2. 3. 1 측정 지점에 대한 악취물질 측정 결과 및 고찰

가) 1~12지점 측정 결과

1지점에 설치된 악취 방지설비는 사진 1과 같은 형태로 평상시에는 악취방지 차단막이 닫혀있어 낮은 지역에서 높은 지역으로 역류하는 가스상 물질을 차단하고 우수 발생시 높은 지역에서 흐르는 우수에 의해 열리면서 우수를 하류로 방류하는 역할을 한다. 악취측정을 위한 현장답사에서 1지점에 설치된 악취 방지시설은 확인이 가능하였으나 3 지점의 악취방지 시설은 확인이 불가능하여 정확한 위치를 알 수 없었다.

1~3지점에서의 측정 결과에 의하면, 세 지점에서 모두 황화수소가 측정되었는데, 오전 및 정오시간에는 1 ppm이하, 오후 시간대는 약 4ppm정도 측정되었다. 특히 3지점에서는 1, 2지점에서 검출되지 않은 소량의 암모니아가 검출되었는데, 이는 2지점쪽(129동)에 설치된 정화조의 유출수에 기인한 것으로 사료되며, 이와 같은 이유로 3지점쪽에 설치되어 있는 악취차단막이 2지점과 3지점 중간에 위치하고 있을 것으로 판단된다. 1지점보다 고지대에서는 악취가 검출되지 않았는데 이는 고지대에 위치한 아파트에서 방류되는 오수가 저지대쪽으로 흐르는 동안 악취를 발생시키고, 이 발생된 악취가 우수관을 통해 하수의 흐름과는 반대

로 고지대로 이동되다가 악취 방지시설에 의해 차단되기 때문으로 판단된다. 3지점쪽의 악취차단막의 설치에도 불구하고 1, 2지점에서 악취가 검출되었는데 이는 1, 2지점의 우수관으로 강우와 관계없이 유체가 흐르고 있음을 통해 우수관로내로 오수유입이 있는 것으로 판단된다.

4~6지점의 측정 결과에 의하면 악취물질의 농도는 각 지점의 지대높이와 비례하였으며, 오전에 비해 정오나 오후의 악취세기가 강했고, 특히 5지점에서는 다른 지역에서 검출되지 않는 메르캅탄과 암모니아가 검출되었으며 검출된 악취성분 중 황화수소와 메르캅탄의 농도는 배출허용기준치를 넘는 농도였다. 6지점의 아래에 위치하고 있는 큰 도로변 주변의 우수 및 오수관에서는 악취물질이 검출되지 않았다. 또한 모든 지역에서 메탄은 검출되지 않았다. 4~6지점은 1~3지점에 비해 낮은 악취농도를 나타내고 있었으나 생활오수에서 발생된 뜨거운 수증기들이 우수받이를 통해 직접 대기로 발산되어 시각 및 심리적인 혐오감을 일으킬 수 있는 것으로 판단되었다.

7지점에서는 기타 지점과 달리 오후보다 정오에 높은 농도의 황화수소가 검출되었다. 또한 3 지점과 마찬가지로 일부 극소량의 암모니아가 검출되었는데, 이는 7지점의 위쪽(116동)에 위치한 정화조의 유출수에 의한 영향으로 판단된다.

정화조가 설치되어 있는 8 지점은 다른 지점과 달리 황화수소, 메르캅탄, 암모니아 모두 검출되었으며, 성분의 농도 또한 높았다. 이중 황화수소와 메르캅탄의 농도는 배출허용기준을 수배 넘는 수치를 보였다. 9, 10지점은 오후에 암모니아만 검출되었고, 11지점에서는 모든 항목이 검출되지 않았다. 또한 모든 지점에서 메탄은 검출되지 않았다. 민원 중에는 여름철 집중강우시 고지대에서 내려오는 대량의 우수가 9, 11지점에 설치된 관로 주변으로 역류하면서 악취가 발생하였다는 사례가 있었는데, 이때의 악취발생원은 8지점의 정화조에서 유출되는 처리수가 11지점에서 우수와 함께 합류되고 이렇게 합류된 오수 및 우수가 악취를 유발시켰을 것으로 판단된다. 또한 이 지역은 그림 1의 좌측 지역과 달리 지형적 형태가 분지처럼 갇혀있기 때문에 악취발생물질의 확산이 수월하지 못하여 악취발생시 악취의 세기 및 지속시간이 길어질 수 있을 것으로 사료된다.

그림 2~4에 각 지점별 측정 결과를 나타내었다.

사진 1. 1 지점의 우수관내 악취 차단설비

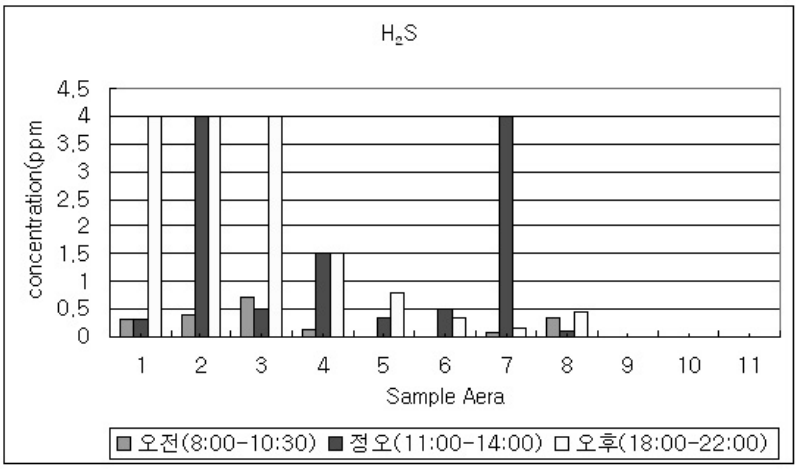


그림 2. 지점별 H2S 비교

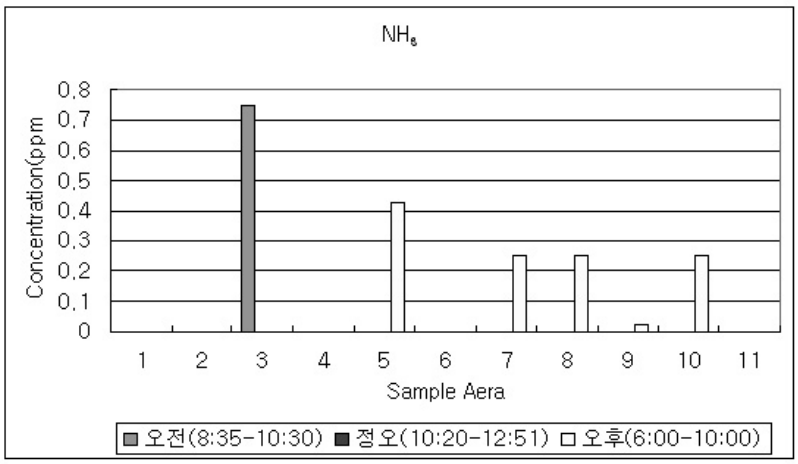


그림 3. 지점별 NH3 비교

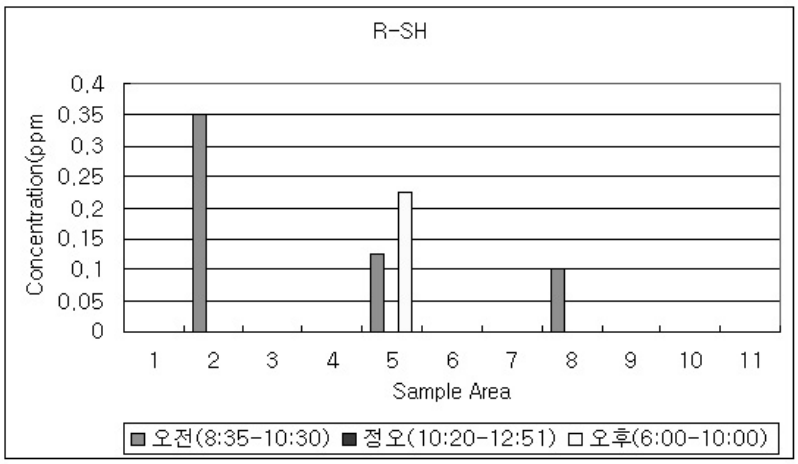


그림 4. 지점별 R-SH 비교

나) 정화조 및 닥트 측정 결과

각 정화조의 작동상태에 따라 처리수의 방류량이 변하므로 정화조를 인위적으로 조작함으로써 방류량에 따른 오수 및 우수관거에서의 악취발생 정도를 시간별로 측정하였다. 129동쪽의 정화조 작동 유/무에 따른 악취변동현상은 12지점에서 측정하였고, 116동쪽 정화조, 아파트상가의 정화조, 102동쪽 정화조의 작동 유/무에 따른 악취변동 현상은 각각 4, 7, 8지점에서 측정하였다. 측정 결과 모든 정화조의 처리수 방류시 관거내의 유량변화 및 처리수내의 포함된 악취성 물질에 의한 측정값의 급격한 변화는 관측되지 않았다. 그러나 현장 측정시 기온이 매우 낮았으므로 여름철에 다시 측정할 경우 유출수내 악취물질 증발에 의해 금번과 다른 결과를 나타낼 것으로 사료된다.

아파트 단지내 설치된 정화조에 각 정화조내부에서 발생되는 악취를 배출하기 위한 악취배출 장치와 악취배출관이 설치되어있다. 각 악취배출관의 위치는 129동, 116동 102동 아파트의 옆쪽벽면에 설치되어있다.

모든 정화조의 실내에서 황화메틸은 측정되지 않았으나 황화수소와 메르캅탄은 악취배출허용기준치를 수십에서 수백배를 넘는 농도로 검출되었다. 특히 129동쪽 정화조내의 황화수소 농도는 다른 지역에 비해 2배 이상 높은 수치인 평균 10ppm의 값을 보였다. 정화조내에 설치된 악취배출장치에 의해 악취배출관을 통해 외부로 배출되는 악취농도 및 배출량을 파악하기 위하여 악취 배출장치의 작동 유/무에 따라 악취배출관(닥트)을 통해 배출되는 악취를 측정하였다. 정화조내의 악취를 배출하기 위한 배기모터의 작동에도 불구하고 악취배출관을 통한 외부로 배출되는 악취물질의 농도는 배출장치의 가동 유/무에 큰 차이를 보이지 않았다. 102동의 악취배출관에서 황화수소와 암모니아 외에 배출허용기준치를 약간 넘는 메르캅탄이 검출되었다. 129동, 116동 102동 정화조 및 악취배출관(닥트)에 대한 악취물질 측정 결과를 각각 그림 5, 6, 7에 나타내었다.

측정 결과를 통해 배출허용기준을 넘는 악취물질들이 악취배출관을 통해 대기로 배출됨을 확인하였으며, 특히 분지형태의 102동 상부에 설치된 악취배출관의 경우, 악취배출관의 배출구 높이가 아파트단지의 계단식 지형 형태로 인하여 뒤쪽에 위치하고 있는 아파트의 높이에 비해 낮은 관계로 102동의 악취배출관을 통해 배출되는 악취물질이 뒤쪽 아파트주민에게 영향을 줄 수 있을 것 사료된다.

또한 102동에서 악취배출관을 통해 배출되는 악취물질은 뒤쪽에 높게 위치한 아파트와 옆쪽에 위치한 옹벽으로 이루어진 분지형태에 기인하여 외부로의 확산이 116, 129동 아파트 지역에 비해 쉽지 않을 것으로 사료된다.

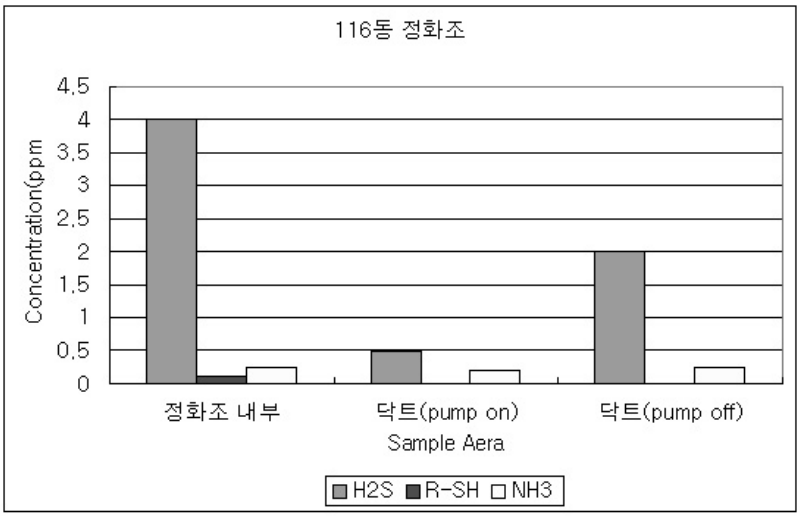


그림 5. 129동 정화조 및 악취배출관 악취물질 측정 결과

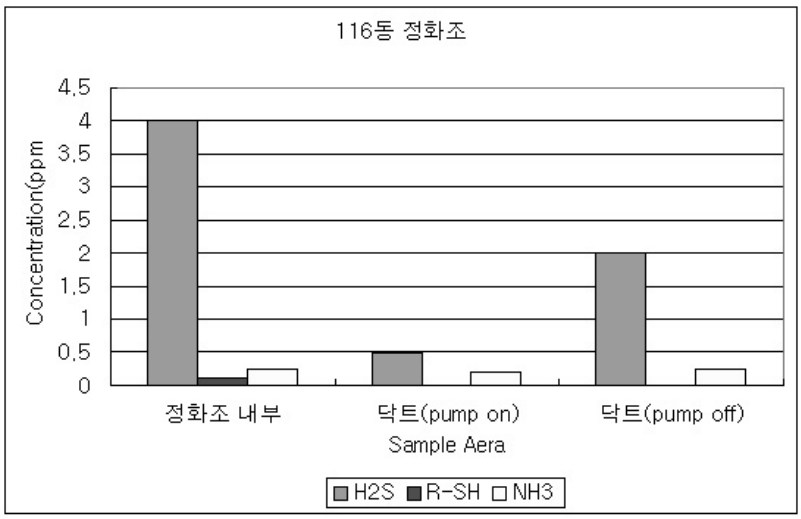


그림 6. 116동 정화조 및 악취배출관 악취물질 측정 결과

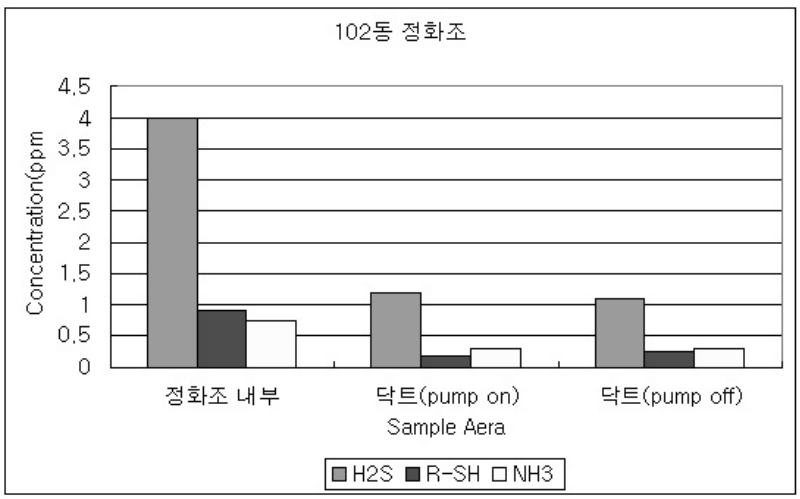


그림 7. 102동 정화조 및 악취배출관 악취물질 측정 결과

다) 악취발생과 배출허용기준

각 지역에서 발생되는 악취 농도 측정값 중에서 최고값과 배출허용기준을 표 6에 나타내었다. 측정 항목 중에서 황화수소가 배출허용기준을 가장 높게 초과하였다. 따라서 발생악취의 주원인은 황화수소인 것으로 판단된다.

표 6. 지역별 악취농도 측정 최고값과 배출허용기준

구 분	황화수소(H_2S)	메르캅탄(R-SH)	암모니아(NH_3)	황화메틸($(CH_3)_2S$
1 지점	4	-	-	
2 지점	4	0.35	-	
3 지점	4	-	0.75	
4 지점	1.5	-	-	
5 지점	0.8	0.225	0.425	
6 지점	0.5	-	-	
7 지점	4	-	0.25	
8 지점	0.45	0.1	0.25	
9 지점	-	-	0.025	
10 지점	-	-	0.25	
11 지점	-	-	-	
129동(정화조 내)	10	0.45	1.5	-
116동(정화조 내)	4	0.15	0.25	-
102동(정화조 내)	4	0.9	0.75	-
129동(배출배관)	0.9	-	0.5	-
116동(배출배관)	0.5	-	0.2	-
102동(배출배관)	1.2	0.175	0.3	-
배출허용기준	0.06	0.004	2	0.05

2. 3. 2 단독정화조 조사 결과 및 고찰

가) 단독정화조 시공상태 확인

단지내 단독정화조의 적정 시공 상태 확인은 “오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률”에 근거하여 관리사무소에서 제공한 도면을 근거하였다. 아파트 정화조의 경우, 설계도면과 비교함으로써 각 조의 외부 크기나 설비 등이 적정하게 시공되었음을 확인할 수 있었다. 정화조내 설비 부분은 유관 확인이 불가능하였으나 공기 공급장치 및 이송배관 시설 등의 운전 결과를 통해 적정 시공된 것으로 판단되었다. 그러나 단지내 상가 정화조의 경우 도면이 확보되지 않은 관계로 비율적인 계산을 통하여 조의 용량을 추정하였지만 설치장치의 적정 유/무에 관한 사항은 확인이 불가능하였으며, 접촉폭기조내 접촉여재량이 과다하여 조내의 유동성 접촉여재가 조의 수면위로 올라온 것처럼 보였다. 이와 같은 경우라면 접

촉여재내에 존재하는 미생물에게 적정량의 산소 공급이 부족하게 될 수 있으므로 유동성 접촉여재에 부착된 미생물들이 혐기성화 할 수도 있을 것으로 사료된다. 따라서 조내에 약 55%정도 충진되도록 접촉여재량을 조절하여야 할 것으로 판단된다.

나) 오수 유입배관 상태 확인

102, 116, 129동 인접 아파트세대의 내부 및 외부의 오수유입배관과 각 동의 지하 공동구에 설치된 세대별, 라인별 배관을 확인하였는데 단독 정화조까지의 유입 배관 상태는 양호하였다. 그리고 관리사무소 의견 청취 결과 및 악취 피해를 호소하는 민원이 많은 아파트의 하나인 103동 및 117동 세대 방문 결과 세대별 하수배관, 싱크대 배관, 화장실 바닥 배관 등에서의 악취발산은 없는 것으로 확인되었으나, 베란다에 설치되어 있는 우수관 연결 부근에서 일부 악취가 발산되고 있음을 확인하였다. 이는 각 세대 우수 배관이 건물 하단의 우수 배관과 연결되어지고, 이 배관이 단지내 우수 배관과 연결되어있으므로, 우수배관 내의 일부 악취 물질이 배관을 따라 이동되었기 때문으로 사료된다. 또한 129동 인접 우수 배관에 생활하수가 유입되어 흐르고 있는 것을 확인하였다.

다) 정화조관리 상태 확인

정화조 방류수에 대한 수질검사를 실시하였으며, 측정은 J환경연구소에 의뢰하여 이루어졌다. 점검 대상 4개소의 단독정화조 방류수는 3회에 걸쳐서 수질검사를 실시하였는데, 결과는 표 7과 8에 나타내었다. 방류수질은 관련법에 의한 수질기준 이내로 방류됨을 확인 할 수 있었으나 일부는 잔류염소량의 부족으로 제거율을 구할 수 없었다. 129동 및 상가의 경우 방류 COD의 편차가 심한 것으로 나타났다.

표 7. 각 정화조의 방류수 BOD

(단위 : mg/L)

	102동	116동	129동	상가
11.11	-	-	88.1	95.3
11.13	-	-	-	75.1
11.15	-	-	59.6	94.2

※ 희석배율이 30~60배 이내 존재하지 않으므로 BOD제거율을 구할 수 없음.

표 8. 각 정화조의 방류수 COD

(단위 : mg/L)

	102동	116동	129동	상가
11.11	-	57.9	98.9	48.4
11.13	97.1	66.0	68.0	225.0
11.15	78.0	52.0	97.1	64.0

라) 단독정화조 운전 상태

접촉폭기조의 경우 일반적으로 조내의 용존산소(DO)량이 2~3ppm 정도가 적합한데 단지내 각 정화조의 폭기조내 용존 산소량이 1 ppm으로 낮은 수치를 보였다. 이는 송풍되는 공기 중 다량의 공기가 침전조 하단의 오니 이송을 위하여 이용되기 때문으로 사료된다. 따라서 반송 방법의 변경 또는 반송량의 조절을 통해 용존산소를 조절 할 수 있다. 표 9에 각 정화조의 pH, 온도 및 DO를 나타내었다.

표 9. 각 정화조의 pH, 온도 및 DO

	항 목	102동	116동	129동	상 가
제1부패조	pH	6	6	6	5
	온도(℃)	18	15.2	17.5	18
제2부패조	pH	6	7	7	5
	온도(℃)	16.3	16.3	17.4	18
제1폭기조	pH	7	7	7	6
	온도(℃)	18.1	19.7	18.1	17.6
	DO(ppm)	1	1	1	1
제2폭기조	pH	7	7	7	6
	온도(℃)	18.1	19.7	18.5	17.6
	DO(ppm)	1	1	1	1

마) 부패조 시설 상태

부패조는 혐기성 처리 방식이므로 조내에 산소유입이 억제되어야 함에도 불구하고 단지내 단독정화조 4개소 모두 부패조내로 산소를 강제적으로 공급하기 위한 급기, 배기배관(PVC 100 mm)이 설치되어 부패조내에 강제로 급·배기를 시키고 있었다. 따라서 부패조 환경이 혐기성 상태를 유지되지 않고 호기성 상태로 운영되고 있었다. 또한 부패조의 상부에 밀폐를 위한 맨홀이 설치되어있지 않고 빗물받이용 멘홀(그레이팅)이 설치되어 부패조의 상층부가 대기에 노출되었으며, 에어리프트를 사용하여 침전조의 오니를 반송함으로써 부패조내에 공기가 공급되는 현상을 확인할 수 있었다.

사진 2와 사진 3은 102동 앞, 116동 앞 단독정화조 내부관리층 하단에 설치된 제2부패조 상부에 위치한 맨홀 부분으로 밀폐가 이루어지지 않아 대기에 노출된 상태를 보여준다. 사진 4와 사진 5는 침전조 하단의 침전물 및 상단의 부유물질을 부패조로 반송하는 반송배관의 끝 부분을 보여준다. 반송배관의 끝이 부패조 수위 상단에 위치하고 있으므로 부패조 상단으로 반송되는 반송오수가 떨어지면서 부패조 상단의 스컴 형성을 방해하고 있었고 또한 에어리프트에 의해 반송오수와 함께 공기가 이송되어고 있음이 관찰되었다. 사진 6은 정상적으로 운영되어지고 있는 부패조 상단에 형성된 스컴의 모습이고 사진 7은 반송오수가 패조 상단으로 이송되면서 부패조상부에 형성된 스컴을 파괴하고 있는 모습이다.

사진 2. 116동 제2부패조 상단

사진 3. 102동 부패조 상단

사진 4. 부패조 반송라인 가동전

사진 5. 부패조 반송라인 가동중

사진 6. 정상적인 부패조상단 스컴

사진 7. 파괴되는 부패조 상단 스컴

바) 유량 조정용 펌프

단지내 3개소의 단독정화조는 그림 8과 같이 각 조의 표고차 때문에 자연 이송이 불가능하여 제2부패조에서 접촉폭기조로 오수이송시 펌프를 이용한다. 이때의 이송량은 제1부패조로 유입되는 유입수량만큼 이송시킬 수 있도록 설치되었기 때문에 최종 침전조 하단에서 이송되는 반송오수량이 포함될 경우 이송펌프(2마력, 65~80mm)의 용량을 초과하게 되므로 대기시간이 없이 계속 운전되고 있는 상태였다. 그러나 시간이 흐름에 따라 이송펌프의 한계 이송량을 초과한 유입 오수는 부패조에 축적되고 이로 인하여 부패조내의 수위는 점점 상승하게 되어 사진 8과 같이 관리층으로 범람하는 결과로 초래한다.

따라서 관리층 내부벽면에서 범람한 흔적을 찾을 수 있었다. 또한 사진 9는 유량조정용 펌프의 배관(80mm)과 유입배관에 비해 큰 규격으로 설치되어 부패조 수위상승원이 되고 있는 반송배관(125mm)을 함께 보여주고 있다.

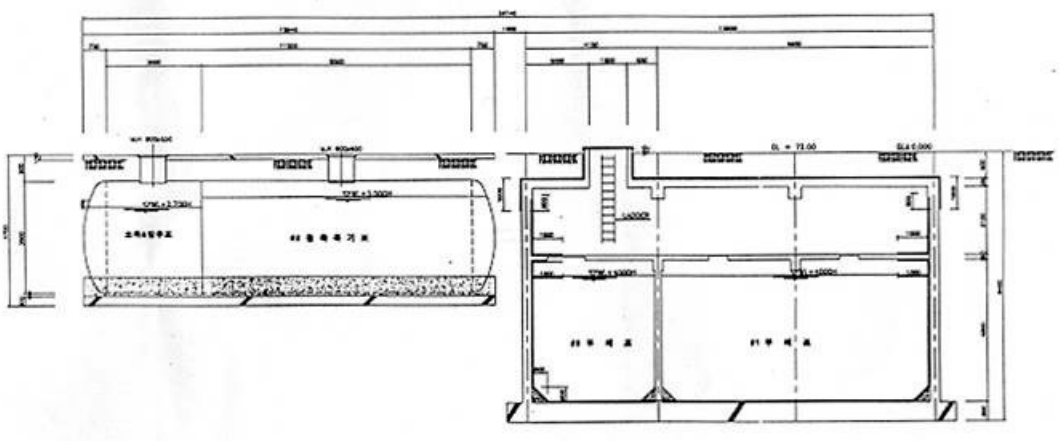


그림 8. 폭기조와 부패조의 표고차를 확인할 수 있는 측면도

사진 8. 정화조 관리층 침수

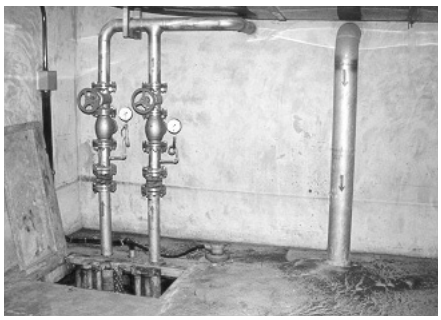


사진 9. 유량조정용 배관 및 반송배관

사) 기타사항

현재 아파트단지내 단독정화조 3개소는 관리 전문업체와 대행계약이 체결되어 유지관리를 위탁한 상태로서 1주일에 2회 방문하여 관리에 임하고 있으나, 관리사항 중 단독정화조의 유입수량의 변동이 없음에도 불구하고 활성오니제(종균제) 투입을 정량화 하는 것은 정화조 전체의 부하를 높이는 결과를 초래하게 되므로 개선되어져야 한다. 이를 통해 관리비의 손실을 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 사진 10은 102동 공동구내 정화조 부패조 상부에 2개소가 천공되어 있는 상태로서 악취발산 및 해충번식 우려 있고, 사진 11은 관리층내 해충이 번식(일명:쪼바)하고 있는 모습으로 이 해충은 혐기성 처리시설 및 살수여상처리시설 등과 같은 곳에서 종종 발견되는데 준 호기성 미생물의 번식에 의함으로 사료된다.

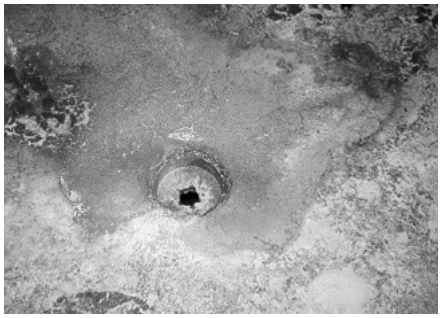


사진 10. 102동앞 공동구 관리층내

사진 11. 관리층 내 해충 번식

2. 3. 3 오수 및 우수 관거 조사 결과

가) 오수 및 우수 배관 시공상태 확인

각 지점별로 연결부분과 오수 및 우수의 흐름을 도면과 비교, 분석하고자 하였으나 129동 인근도로의 경우 맨홀의 위치 및 개소수가 도면과 불일치하여 정확히 확인할 수 없었다. 또한 사진 12와 사진 13에서 보는 바와 같이 상가 앞쪽에 우수빗물받이가 설치되어 있지만 우수빗물받이 상부에는 유출되지 못한 물들이 고여 있었으며 상가내에서 배출되는 쓰레기를 적재해놓은 쓰레기야적장에서 흐르는 침출수가 이곳으로 흘러들어 또 다른 악취원인으로써 작용하고 있었다.

사진 12. 쓰레기야적장과 빗물받이

사진 13. 우수빗물받이에 고여있는 물

나) 오수 및 우수관의 크기 적합성

102동 앞에서 합동부동산까지의 경사를 실측한 결과, 두 방향에서의 차집관거들이 소예약국앞에서 합류되고 있었다. 각 차집관거들은 102동 앞에서 소예약국 구간(600mm 우수관로와 450mm 오수관로)의 관로와 101동 앞에서 소예약국 구간(450mm 우수관로와 300mm 오수관로)의 관로를 의미한다. 차집관거들이 합류되는 지점인 소예약국 앞과 헤어매직 앞부분이 상대적으로 다른 지역에 비하여 높은 지형적 특성을 띠고 있었다. 그리고 소예약국에서 합동부동산으로 이어지는 부분은 기존의 합류식(1,000mm)관이 매설되어 있다. 단지내 차집관거 4개를 합친 단면적은 1,800mm의 관단면적과 같았다. 이에 반해 합류되는 지점에는 1,000mm의 기존 관이 연결되었기 때문에 기존 관거의 크기를 검토함으로써 수용능력의 적정성 유/무를 확인하고자 했다. 또한 관거의 고차를 측정함으로써 기존 하수관거의 구배불량에 기인하여 강우나 홍수시 저류현상 및 역류현상이 예상되는 지점을 파악하고자 했다. Safety factor가 고려된 설계관거의 크기는 기존에 설치된 관거(1,000mm)의 크기와 큰 차이를 보이지 않으므로, 기존 관거는 차집관거로부터 유입되는 오수 및 우수를 수용하기에 적정한 크기인 것으로 판단된다. 그러나 기존 관거의 구배를 측량한 결과 소예약국과 헤어메직 앞의 지역이 상대적으로 높음을 확인하였다. 따라서 이곳에서 하수의 흐름이 원활하지 못하여 역류와 악취발생 가능성이 클 것으로 사료된다. 따라서 하수관거매설시 유의하여 자연유하식으로 오수가 흐를 수 있도록 경사구배를 주어야 할 것으로 판단된다.

3. 학술용역 수행 결론

3. 1 악취발산의 주요 원인

가) 단독 정화조 설계의 미비

일반적으로 단독정화조의 부패조는 혐기성 미생물에 의한 생물학적 처리방식이라 할 수 있으나 조사대상 대단위 아파트 단지내에 설치된 3개소 단독정화조 부패조의 경우 부패조 멘홀에 적합하지 않은 빗물받이 맨홀(그레이팅)이 설치되어 있고, 제2폭기조와 접촉폭기조의 높이 차이로 인하여 원수이송을 목적으로 유량조절 펌프를 이용하고 있다. 원수이송을 원활하게 하고 오수의 스컴화를 방지하기 위하여 부패조내에 공기공급장치를 별도 설치하여 강제 급기와 배기를 실시함으써 조내가 호기성 상태로 변경되는 결과로 초래하였으며, 오니 이송 배관설치가 부패조 수면 위로 연결되어 스컴형성을 방해하고 부패조내에 공기를 공급하는 문제를 야기 시킬 수 있다.

나) 단독 정화조 관리층 내부 악취의 가스 배출배관을 통한 확산

정화조 관리층 내부에는 황하수소 등이 대량 존재하여 악취를 발생하였고, 이들 악취물질을 정기적으로 동력을 이용한 배기시설을 통하여 단지내/외부로 강제 배출시킴으로써 악취배출관 인근세대에 악취를 유발시켰을 것으로 사료된다.

다) 단지 내부에서 발생하는 대량의 생활오수

조사대상은 5,387세대가 입주, 거주인원 약 18,000명 정도의 대단위 아파트 단지로서 일 평균 약 600톤, 하절기 평균 약 700톤 정도의 생활하수를 방류하고 있는데, 이를 처리하는 하수관거의 용량은 충분하다 할지라도 오수에 포함된 악취물질량은 상대적으로 다량인 만큼 오수관거주변에서는 지역적으로 악취의 원인이 될 수 있을 것으로 판단된다.

라) 기존 하수관거의 문제점

단지 외부의 기존 하수관거(관할구 관리 관거)의 경우 2m×2m 크기로 설치되어 있기 때문에 유입되는 오수 및 우수를 처리하는데 문제가 없을 것으로 판단된다. 그러나 아파트 단지내 지역이 오·우수 분류식관거로 설치되어 있고 아파트 단지 외 지역은 합류식관거로 설치되어 있기 때문에 아파트 단지내에서 발생된 오·우수는 합류식관거에 차집되는 과정에서 악취물질을 발산하고 발생된 악취물질은 아파트 단지 내 우수관을 따라 역류되어 단지내의 악취를 유발하는 결과를 초래할 수 있다. B지역의 경우 지름 1m의 관거가 설치되어져 있으나 이들 관거 또한 합류식이므로 우수관을 통한 가스 역류를 초래할 수 있으며 현장 조사 결과 배관의 구배가 적절하지 못하여 하수의 흐름이 원활하지 못해 악취발생원으로 작용될 수 있으며 강우 시 맨홀이 넘치는 일이 발생할 것으로 사료된다.

3. 2 개선대책

가) 단독정화조의 시설변경

현재 호기성 상태로 유지되고 있는 부패조의 분위기를 혐기성으로 유지한다.

- 부패조 내 급, 배기 배관 철거
- 부패조 밀폐 맨홀 설치
- 반송 배관 설치보수 또는 반송 방법 변경(오니이송펌프)

나) 관리층 내부가스 배출 배관 운영방법 개선

위에서 지적된 단독정화조의 시설의 개선이 완료된 이후 관리층내에는 악취발산 물질이 존재하지 않게 되므로 현재 강제 급·배기의 운전시간을 조절하여 송풍량을 최소화하고 관리층내의 공기만을 순환하는 방식으로 개선시킨다.

다) 단지 인근 하수관거의 개량

단기간 내에 불가능할 것으로 판단되나 장기적인 대책으로서 A지역 및 B지역의 오·우수 분류관이 설치되어져야 할 것이며, B지역의 경우는 관의 구배를 조정하여 하수의 흐름을 원활하게 유지시켜야 할 것으로 사료된다. 단기적으로는 악취발산 지점의 빗물받이 맨홀에 악취발산 억제 빗물받이 설치하게 되면 도로 상단으로 발생되는 악취문제는 상당량 최소화 될 것으로 판단된다.

3. 3 유사 악취발생사례에 대한 방안

주거 환경개선사업의 일환으로 추진되어지고 있는 도심지역 재개발 사업은 고지대 저소득층 지역을 대상으로 하는 사업과, 저지대 지역의 소규모 재개발 사업으로 구분되는데 고지대 지역의 재개발의 경우 인근 저지대지역에서는 개발 이후 토지가 상승 및 주변인구 증가로 인한 상권형성 등의 이유로 재개발사업에 참여하지 않게 된다. 따라서 고지대 지역은 개발사업을 통하여 하수, 우수관거 등이 분리, 분류되어 시공되어지나 기존 저지대 지역은 고지대에서 발생하는 다량의 하수와 우수가 통합 유입된 후 노후한 합류식 관거를 따라 흐르는 문제를 야기 시킨다. 이 결과 고재대내의 분류관로 설치목적을 부합시키지 못할 뿐만 아니라 신설 분류관거와 기존 합류식 관거의 접합부근에서 악취 민원을 발생시킨다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 최초 재개발 사업승인 시 사업주체 또는 지차체에서 별도의 계획을 수립하여 저지대 지역까지 분류관거를 설치하는 것이 민원발생을 근본적으로 억제할 수 있는 방안이라고 사료된다.

발표 III

악취의 문제점과 처리기술

정 익 재

성균관대학교 연구교수

악취의 문제점과 처리기술

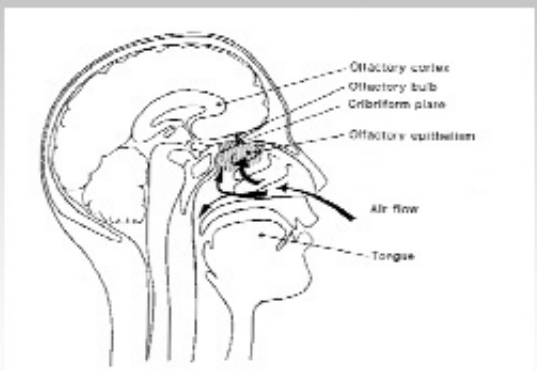
2007. 02. 07.

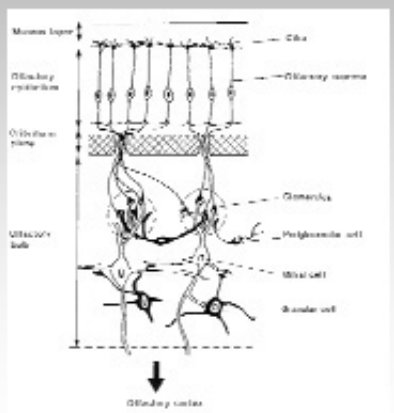
성 균 관 대 학 교
무배출형 환경설비 지원센터

ZERO EMISSION CENTER

냄새 인식 경로

- 냄새의 감지는 개인적인 능력에 따라 인지 강도의 차이가 발생
- 냄새 강도의 차이는 주관적인 판단에 의하여 이루어짐
- 냄새의 인지를 통해 자신에게 불쾌감을 유발하면 악취로 판단





환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

악취의 정의

1. **악취의 정의**

   악취"라 함은 황화수소 · 메르캅탄류 · 아민류 그 밖에 자극성이 있는 기체상태의 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새를 말한다.

1. **지정악취물질**

   악취의 원인 물질로서 환경부령이 정하는 것

2. **악취배출시설**

   악취를 유발하는 시설 · 기계 · 기구 그 밖의 것으로서 환경부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 환경부령으로 정하는 것을 말한다

3. **악취방지**
   - 1995년 대기환경보전법 : "휘발성유기화합물 및 악취물질의 규제"에 관한 조항 설치, 배출시설 규제
   - 1998년 5월 : 악취물질과 VOCs규제 물질 선정과 배출 허용기준 강화
   - 2002년 7월 : 악취방지법 제정 입법 예고
   - 2005년 2월 : 악취방지법 발효

환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

악취의 특징(문제점)

- 악취는 인체의 불쾌감과 혐오감을 느끼게 하는 감각공해
- 악취 물질의 발생은 순간적이며 배출시설 뿐 아니라 사업장을 포함한 취급과정에서 발생
- 악취물질에 의한 피해 범위가 대기오염 물질에 비해 국지적
- 주된 악취 발생의 원인은 특정 물질이 아닌 복합취기에서 기인됨
- 악취물질은 순간 최고치 농도가 중요
- 관능법에 의한 악취 강도의 객관화와 정량화의 어려움
- 사회 경제적 문제로의 파급 효과
- 악취 물질의 분석과 방지기술에 대한 자료가 부족

환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

일반 대기오염과 악취오염의 비교

구 분	대기오염	악취오염
오염물질 발생	지속적, 연속적/배출구로 배출	순간적/취급과정에서 배출
영향지역 범위	광역적(수백 km)	국지적(수 km)
인체 영향	급성/만성적 건강피해	감각공해(불쾌감, 혐오감)
규제대상물질	환경기준물질 및 특정대기유해물질 중심	복합악취 , 지정 악취물질(12종)
규제대상	일정 배출구 가진 배출시설	배출시설 및 사업장(분뇨처리장 등)
특징	기체상 물질에 국한	기체상 물질, 배출수, 폐기물 등에 확대 적용

환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

시화공단 악취민원 현황

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
계	291	353	377	607	549	589	1,010	1,579	716	428	300	263	7,062
2006년	8	20	13	22	16	26	27	49	22	27	5	9	244
2005년	9	6	27	31	33	11	36	36	8	6	13	2	218
2004년	17	41	65	58	66	38	35	22	19	23	19	18	421
2003년	2	11	11	35	33	66	32	147	34	35	5	20	431
2002년	2	11	11	62	40	36	168	120	84	71	24	5	634
2001년	10	12	16	49	52	21	258	156	55	41	22	13	705
2000년	0	6	19	30	5	119	146	307	63	72	29	22	818
1999년	176	149	71	166	106	87	131	297	244	23	18	11	1,479
1998년	67	97	144	154	198	185	177	445	187	130	165	163	2,112

환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

악취방지법상의 배출허용기준

복합악취

구분	배출허용기준(희석배수)		엄격한 배출허용기준의 범위 (희석배수)	
	공업지역	기타지역	공업지역	기타지역
배출구	1000 이하	500 이하	500 ~ 1000	300 ~ 500
부지경계선	20 이하	15 이하	15 ~ 20	10 ~ 15

지정악취물질

구 분		배출허용기준(ppm)		엄격한 배출허용 기준의 범위(ppm)
		공업지역	기타지역	공업지역
1	암모니아	2 이하	1 이하	1 ~ 2
2	메틸머캅탄	0.004 이하	0.002 이하	0.002 ~ 0.004
3	황화수소	0.06 이하	0.02 이하	0.02 ~ 0.06
4	다이메틸설파이드	0.05 이하	0.01 이하	0.01 ~ 0.05
5	다이메틸다이설파이드	0.03 이하	0.009 이하	0.009 ~ 0.03
6	트라이메틸아민	0.02 이하	0.005 이하	0.005 ~ 0.02
7	아세트알데하이드	0.1 이하	0.05 이하	0.05 ~ 0.1
8	스타이렌	0.8 이하	0.4 이하	0.4 ~ 0.8
9	프로피온알데하이드	0.1 이하	0.05 이하	0.05 ~ 0.1
10	뷰티르알데하이드	0.1 이하	0.029 이하	0.029 ~ 0.1
11	n-발레르알데하이드	0.02 이하	0.009 이하	0.009 ~ 0.02
12	i-발레르알데하이드	0.006 이하	0.003 이하	0.003 ~ 0.006

환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

추가 지정악취물질

종 류	적용시기
1. 암모니아 2. 메틸머캅탄 3. 황화수소 4. 다이메틸설파이드 5. 다이메틸다이설파이드 6. 트라이메틸아민 7. 아세트알데하이드 8. 스타이렌 9. 프로피온알데하이드 10. 뷰티르알데하이드 11. n-발레르알데하이드 12. i-발레르알데하이드	2005년 2월 10일부터
13. 톨루엔 14. 자일렌 15. 메틸에틸케톤 16. 메틸아이소뷰티르케톤 17. 뷰티르아세테이트	2008년 1월 1일부터
18. 프로피온산 19. n-뷰티르산 20. n-발레르산 21. i-발레르산 22. i-뷰티르알코올	2010년 1월 1일부터

환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

악취분석방법

1. **악취공정시험방법**
   국립환경연구원고시 제2005-4호(2005. 2)

2. **복합악취**
   - 악취물질의 측정은 복합악취의 측정을 원칙으로 한다.
   - 측정지점 : 배출구, 부지경계
   - 분석방법 : 공기희석 관능법
   - 목적 : 기체상태의 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 복합악취 물질을 측정하기 위한 방법을 규정하는데 있다.

3. **지정악취**
   - 악취물질의 측정은 복합악취의 측정을 원칙으로 한다.
   - 측정지점 : 부지경계
   - 분석방법 : 기기분석(GC-MS/PFPD/NPD, HPLC)
   - 목적 : 대기 중에 미량으로 존재하는 악취물질을 기기적으로 정량하는 방법

환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

복합악취 분석방법

- 악취시료를 무취 공기로 희석하여 냄새가 나지 않을 때 까지 희석
  - 냄새가 나지 않는 희석배수를 도출하는 것이 목표
- 5명의 판정요원이 희석된 악취 가스의 냄새를 후각으로 판단
- 최소, 최대 값을 제외한 값을 기하평균하여 희석배수를 산출

판정요원	1차 평가		2차 평가 (x1000)	3차 평가 (x3000)	4차 평가 (x10000)	최종희석배수
	(x300)	(x300)				
A	○	○	○	○	×	3000
B	○	○	○	×		1000
C	○	○	○	×		1000
D	○	○	○	×		1000
E	○	○	○	○	×	3000

- 결과의 계산 $\sqrt[3]{3000 \times 1000 \times 1000} = 1442$

환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

지정악취 분석방법

화학종	시료채취	농축	분석장비	검출기	비고
황화합물	봉지주머니	저온농축	GC	FPD or PFPD	
암모니아	붕산흡수법, 인산포집필터법	-	UV/visible spectrophotometer	-	인도페놀법
트라이메틸아민	황산필터법	알칼리분해 후 저온농축	GC	NPD	
스타이렌	진공병 또는 다공성폴리머비드에 흡착	저온농축	GC	MSD	
아세트알데하이드	봉지주머니	DNPH 카트리지	HPLC	UV	

환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

악취처리기술

물리학적 처리기술

- Adsorption
- Absorption
- Condensation

화학적 처리기술

- Incineration
- Catalytic Incineration
- Acid&alkali wash
- Oxidation
- Chemical wash
- Adsorption

생물학적 처리기술

- Soil oxidation
- Bio-scrubber
- Trickling Filter
- Bio-filter

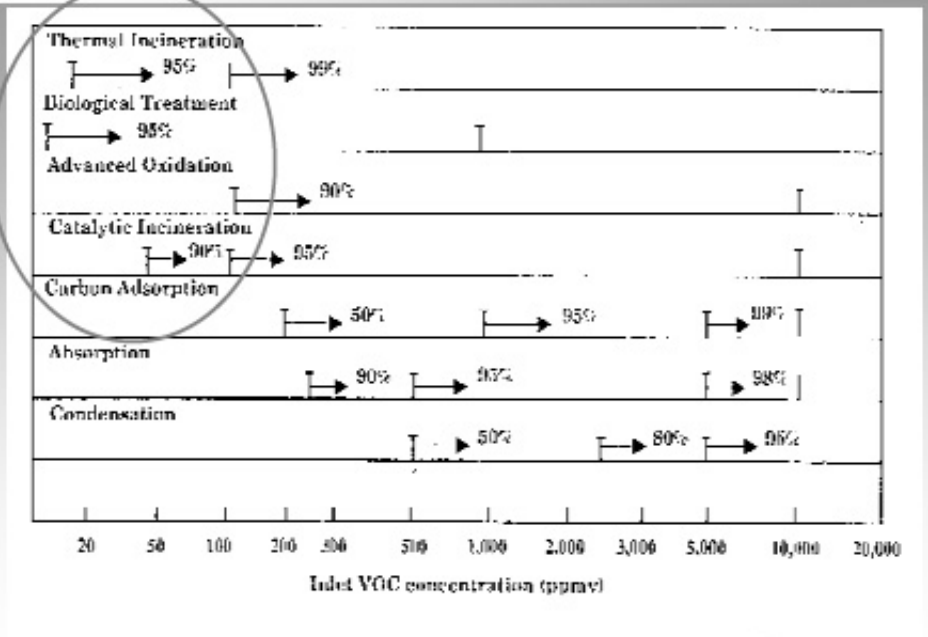
기타 처리기술

- Masking

환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

처리기술과 유입농도와의 상관관계



환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

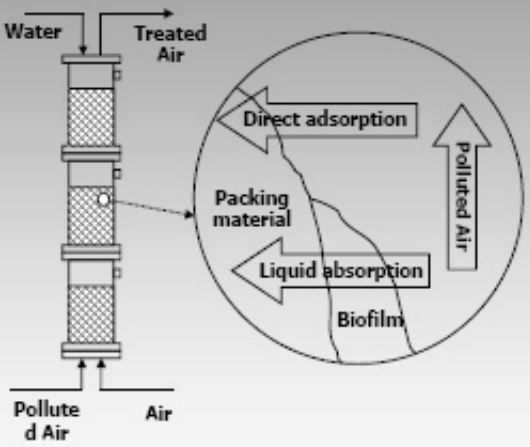
하수처리장 발생 악취

	Odor Compound	Threshold (ppm)
Inorganic Gas	Hydrogen sulfide	0.00041
	Ammonia	1.54
	Nitrogen dioxide	0.03
Sulfur Compound	Methylmercaptan	0.00007
	Dimethylsulfide	0.003
	Dimethyldisulfide	0.0022
Oxygen Compound	Formaldehyde	0.41
	Acetaldehyde	0.0015
	Propion aldehyde	0.00067
	Isobutyl aldehyde	0.00055
	n-buthyl aldehyde	0.00029
	Isobarel aldehyde	0.000069
	Acetic acid	0.0042
	Propionic acid	0.0057
	Butyric acid	0.00019
Nitrogen Compound	Trimethylamine	0.000027
	Indole	0.0003
	Skatole	0.0000056

환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

Biofilter Technology



- Simple structure
- Low operating cost
- Low construction cost
- Chemical, physical, biological process
- No secondary product
- High removal efficiency(90~95%)

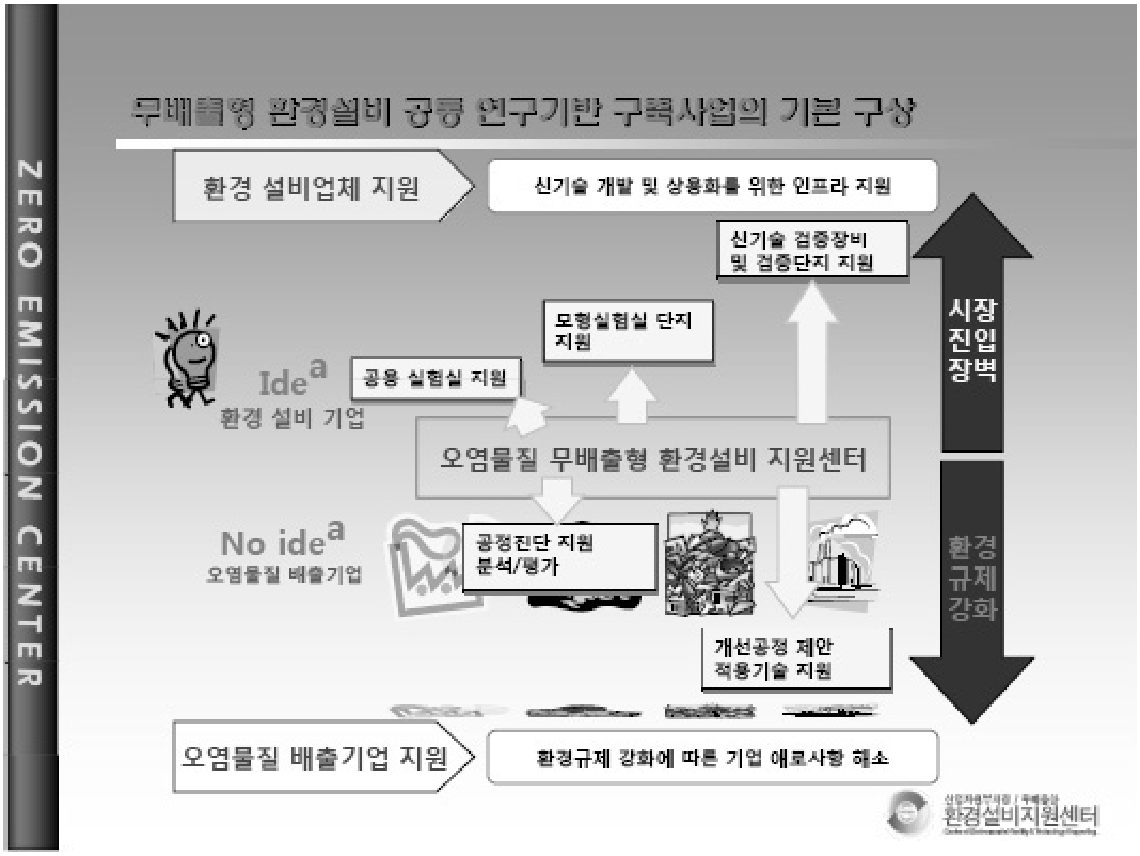
환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

무배출형 환경설비 지원센터

- 배출오염물질의 재이용, 자원화, 무해화 관련 기술/연구 개발 지원
- 산업자원부와 성균관대학교 지원으로 2003년 설립
- 지속적으로 강화되는 환경규제에 원천적으로 대응하기 위하여 무배출형을 지향하는 환경기술 개발 및 보급을 목표로 함

환경설비지원센터

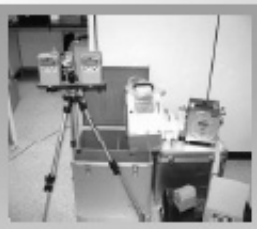

ZERO EMISSION CENTER
무배출형 환경설비 공동 연구기반 구축사업의 기본 구상
환경 설비업체 지원
신기술 개발 및 상용화를 위한 인프라 지원
신기술 검증장비 및 검증단지 지원
모형실험실 단지 지원
공용 실험실 지원
Idea
환경 설비 기업
오염물질 무배출형 환경설비 지원센터
No idea
오염물질 배출기업
공정진단 지원 분석/평가
개선공정 제안 적용기술 지원
시장 진입 장벽
환경 규제 강화
오염물질 배출기업 지원
환경규제 강화에 따른 기업 애로사항 해소
환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER
악취검사기관 32호
제 32 호
악취검사기관지정서
2006 년 5 월 24 일
국립환경과학원장
환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

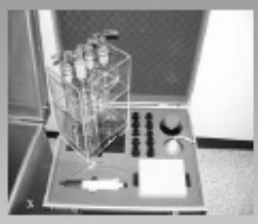
악취 측정 분석 관련 구축장비

무취공기제조장치
(공기희석관능법)



시료채취장비 1
(시료채취용 펌프)

시료채취장비 2
(간접흡인상자)



시료채취장비 3
(임핀저)

GC-PFPD
(황화합물)

GC-MSD
(스타이렌 및 VOCs)

GC-NPD
(트리메틸아민)

HPLC
(알데하이드류)

산업자원부지정 환경설비지원센터

ZERO EMISSION CENTER

산업자원부지정 / 무배출형
환경설비지원센터

감사합니다

□ 질의 및 토론 (11:30-12:10)

- 좌　　장 : 강선홍(광운대학교 환경공학과 교수)

토론 Ⅰ

환기 및 조명으로도 저감시킬 수 있는 악취와 세균문제

정 종 배

(주)예감 대표

환기 및 조명으로도 저감시킬 수 있는 악취와 세균문제

공중화장실은 일반적으로 어떤 도시에 대한 이미지에 큰 영향을 미칠 수 있다. 지역 주민들뿐만 아니라 여행이나 사업을 목적으로 온 방문객들은 모두 공중화장실을 이용할 기회를 접하게 된다. 따라서 공중화장실 계획은 매우 조심스럽게 접근되어야 한다. 그러나 환경 친화적이고 냄새가 없고 아름다운 공중화장실을 만들기 위해서는 단지 인공조명과 기계 환기 시스템에만 의존해서는 안 된다. 화장실의 조명과 환기를 건축디자인과 결부시켜 총체적인 통합이 실제적으로 필요하다. 향기롭고 음악이 흐르는 화장실 만들기를 하면서 전자기술 업체로서 얻은 기술적 경험과 정리해본다.

공중화장실에 적용된 다양한 종류의 환경친화적인 조명과 환기방식을 설명하고자 한다. 우리가 설계에 적용한 기본 원리는 에너지이용을 최소화하기 위해 꼭 필요할 경우에만 사용할 수 있는 인공조명과 기계 환기장치를 도입하는 것이었다.

○환기

공중화장실 자체가 악취의 발생원 이기는 하지만, 화장실을 멀리 치우지 않고서는 실제로 악취를 완전히 제거하기란 불가능하다. 하지만 자연환기와 기계 환기를 공중화장실에 조심스럽게 도입함으로써 인근지역 뿐만 아니라 사용자들에게 미치는 악취를 최소화 할 수 있다.

지나친 환기는 겨울철 난방에 에너지손실을 상승 시키는 부분도 있기에 적정량의 환기와 공기의 최적화된 흐름 방향설계로 습기의 제거와 유해균의(곰팡이) 번식까지 최소화 할 수 있다.

세균과 곰팡이가 가장잘 서식하는 온도는 20~30도, 습도는 60%이상인 환경에서 가장잘 증식한다. 이에 화장실의 평균온도는 15도정도가 적절하다

옥외 공중화장실의 경우 실내공기와 벽의 온도차가 15도 이상 되면서 고온다습한 공기가 벽에 부딪쳐 결로현상이 발생한다. 지나친 냉난방은 다습한 환경을 만들어 줄수있기 때문에 피해야한다.

○필요환기량

국제적인 설계지침 및 기준에 따르면, 화장실의 추천 기계 환기량은 약 6~10회/h이다. 하지만 높은 인구 밀도로 인해 공중화장실의 사용율이 일반적으로 높은 터미널역전 등은 따라서 환기횟수를 15회/h로 할 필요가 있다. 환기횟수가 크면 클수록 악취제거는 그만큼 더 효과적으로 된다. 더욱이, 화장실 내부로의 기류를 유발하여 젖은 바닥을 건조 시킬 뿐 아니라 특히 덥고 습한 여름에는 사용자들에게 어느 정도 냉방효과도 제공하게 된다.

○환기회수(환기를 해야 하는 횟수)

환기회수란 어떤 실에 있어서 그 환기량 Q(㎥/h)를 실의 체적 V(㎥)로 나눈 값이다. 일반적으로 이를 n으로 표시하는 데 n=Q/V(횟수h)로 나타낸다. n=1이면 1회 환기 n=2이면 2회 환기라 칭하는데 1회의 환기인 경우 실내의 공기가 1시간에 1번 완전히 바뀌는 것을 의미한다.

○발생원에서의 악취제거

화장실 내에서 악취가 퍼지는 것을 최소화하기 위해서는 효과 적인 제거 장치가 필수적이다. 가장 효과 적인 접근은 악취가 퍼지기 전에 가능하면 빨리 악취를 발생원에서 제거하는 것이다. 일반적으로 화장실에는 두 개의 주요 악취발생원이 있는데 대변소와 소변기 설치구역이 그들이다. 기존의 화장실 환기시스템에서는 보통 배기 환기구가 천장 높이에 설치 되어있다. 하지만 이러한 배치는 사람들이 화장실 이용 시, 악취가 허리높이 이하의 낮은 곳에서 발생된다는 것을 생각할 때 적절한 것이 아닌 것으로 생각된다. 발생된 악취는 천장 높이에 있는 배기구를 통해 제거되기 전에 사용자의 코 주위를 지나야만 할 것이다. 게다가 악취를 일으키는 물질이 이동하면서 건물재료 사이의 틈새에 갇힐 수도 있어 제거하기 어렵게 될 수도 있다. 따라서 이러한 것을 피하기 위해서는 배기구를 악취 발생원 근처인 허리높이 이하의 낮은 곳에 설치하여 발생된 악취가 사용자들을 성가시게 하거나 화장실 다른 부분으로 확산되기 전에 바로 제거할 수 있도록 해야 한다.
(벽면 가로 상중하 수직 환기창의 설계 반영 좌우 사방)

○악취경로제어

환기효율을 향상시키고 악취가 화장실 전체에 퍼지는 것을 막기 위해서는 제 1종 환기 접근 방식이 채택되어야 한다. 덕트를 통해 신선한 공기가 화장실의 깨끗한 지역(세면대 설치구역, 이동 통로구역 등)의 높은 곳에서 공급되어 이들 지역이 정압이 유지 되도록 해야 한다. 반면에 악취가 발생되는 지역은 배기 장치에 의해 부압이 유지된다. 화장실 내의 공기 경로는 이와 같이 조절 될 수 있으며 맑은 공기는 깨끗한 지역으로부터 악취 발생 지역으로 이동하여 기계배기 장치에 의해 제거된다. 또한 대변기 바로 위에서 공기가 공급될 경우에는 급기를 매우 저속으로 유지할 수 있도록 디퓨저는 라미나 계통을 사용한다. 이렇게 함으로서 난류에 의해 발생원 근처의 악취가 다른 곳으로 퍼지는 것을 막아줄 수 있다. 빌딩공조는 화장실 내부의 냄새흐름경로를 제어하기 위한 기계 환기시스템의 전형적인 배열을 보여준다. 게다가, 다량의 맑은 공기를 공급함에 따라 실내 기류흐름을 강하게 유지할 수 있어, 젖은 바닥을 보다 빠르게 건조시킬 수 있을 뿐만 아니라 열적 쾌적감도 향상시킬 수 있게 된다.

○향상된 바닥건조

경험상, 세면대 근처나 바로 아래 바닥은 흔히 젖은 상태로 있는 것을 볼 수 있다. 이러한

현상은 자동 건조기가 세면대로부터 멀리 떨어져 있는 경우에 더욱 심각하게 나타난다. 그것은 많은 이용자들이 건조기를 사용하지 않고 손을 씻은 다음 손을 털어 물방울을 바닥위로 떨어뜨리기 때문이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 세면대 아래에 송풍구를 설치하여 바닥위로 직접 공기를 불어줌으로써 젖은 바닥을 보다 빨리 말릴 수 있다. 더욱이, 이렇게 함으로써 더운 여름에는 증발냉각효과를 거둘 수도 있다. 세면대 설치 구역이 외벽에 면해 있다면, 외기로부터 공기를 끌어들일 수 있어 화장실의 전반적인 환기량을 늘릴 수 있는 효과도 있다.

○자연환기

화장실의 외피설계와 전체 배치를 효과적으로 함으로써 자연통풍을 극대화할 수 있으며, 이렇게 함으로써 기계 환기사용을 최소화 할 수 있다. 돌출지붕, 지붕환기용 개구부, 외벽아래부분의 절단, 상하부의 외부차양, 고정 문 대신에 탁 트인 개구부, 입구의 개방로 부터 방해받지 않는 공기흐름경로, 마주보는 벽들 간의 개구부 등은 화장실 내의 자연통풍을 극대화하여 악취를 보다 빠르고 효과적으로 배출시킬 수 있는 방안들이다. 하지만, 외부의 바람상태가 항상 변화하고 아무도 정확하게 바람이 어떻게 불 것인지에 대해 예측할 수 없다. 따라서, 자연통풍에만 의존하여 공중화장실을 계획할 경우에는 바람에 관련된 통계자료와 대지에 관한 면밀한 조사가 요구된다. 설계자는 바람조건이 주위에 새로운 건물이 들어섬으로써 장래에 어떻게 영향을 받을 것인지에 대해서도 신경을 써야 한다.

○조명

공중화장실에 대한 조명은 기본적으로 내부조명, 외부조명 및 표시조명 등의 세 가지가 있다. 내부조명이란 화장실 사용자나 관리자가 안전하고 효율적으로 화장실을 이용 관리할 수 있도록 하기 위해 기본적으로 요구되는 것을 말한다. 외부조명이란 화장실의 건축적인 특징을 나타내 보이고 화장실을 필요로 하는 사람들에게 야간에도 화장실을 인지할 수 있도록 할 수 있다. 표시조명이란 가기에 적당한 화장실을 알려주기 위한 것이다.

○조도 수준

일반적으로, 화장실 내부의 추천조도수준은 예전80~150ux로 설계된다. 이러한 조도수준은 일반적인 사용을 위해 충분하다. 하지만, 경험으로 볼 때, 이러한 조도수준에 대해 사용자들이 어두침침하다고 불평을 자주 한다. 이러한 현상은 최근의 생활수준의 향상으로 인해 사람들은 보다 밝은 환경에 익숙해져 있기 때문일 것이다. 따라서, 화장실 내부는 250~300lux와 같은 보다 높은 조도수준이 추천된다. 화장실 내부를 보다 밝게 함으로써, 화장실이 좀 더 깨끗해 보이고, 화장실 사용자들은 더럽히지 않도록 더욱 조심하게 될 것이다. 게다가, 높은 조도수준을 유지함으로써 화장실 내부에서 발생할 수 있는 범죄를 방지하는 효과도 있을 것이다.

또한 50lux 이하에서는 각종 곰팡이 균과 세균류의 번식이 습도와 환기의 불량이 동반되

면 급속하게 번식하여 치명적인 악취의
유발을 불러올 수 있습니다 위치나 건물구조상 채광이여의치 않은 경우에는 주간에도 살균성 조명의 적절한 사용이 필요하다.
현행 ks 표준 화장실 권고룩스는 150-300lux로 상향조정되어있다.

○인공조명

화장실에서 사용할 적당한 조명장치를 선택하는 것은 매우 중요하다. 장래의 유지관리를 최소화하기 위해서는, 장치들은 방수성과 함께 파손방지가 우선적으로 요구된다. 조명장치들은 파손을 최소화하기 위해 일반 사용자들의 손이 닿지 않는 높이에 올려놓아야 한다. 이들 조명장치들의 작동시간이 비교적 길기 때문에(어떤 장치들은 24시간 내내 사용될 필요도 있다), 고효율 및 에너지 절약적인 조명이 선택되어야 한다. 외부조명의 경우, 공중화장실이 지역 환경 및 주위건물들과 조화를 이룰 수 있도록 설계되어야 하지만, 원래의 기본적인 목적을 효과적으로 반영해야 한다.
(최근 led 조명의 발달로 조명등의 절약에 새로운 차원의 시도가
가능 해졌다. 평균 5배의 수명과 일반전구의 5%의 정도의 전력소비량에 접근한다.)

○자연채광

화장실 외피를 보다 투명하게 디자인함으로써 특히 밝은 태양이 있는 낮 동안은 공중화장실은 인공조명을 매우 작게 사용할 수 있게 된다. 보다 많은 자연채광을 화장실 내로 유입시킬 수 있는 보다 많은 창문과 천창, 유리블록 등을 설치함으로써 이러한 것이 가능하다. 하지만, 지나친 유리외피로 인한 온실효과를 방지하기 위한 대책이 함께 따라야 한다. 따라서 창 면적이 상당히 넓을 경우에는 화장실 상부에 갇힌 더운 공기가 빠져나갈 수 있는 장치를 마련해야 한다. 따라서 화장실의 인공조명과 자연채광간의 적정 균형에 관한 주의 깊은 생각이 디자인 단계에 요구된다.
채광창에서 빛이 반사 되는 부분의 타일의 색상이 무광 무채색 계열의 진한색일 경우 빛의 흡수로 인하여 화장실내부의 빛이 고루퍼지지 못하는 단점이 발생한다. 디자인과 함께 기능적인 부분도 고려하여야한다.

○환경적인 고려

일반적으로, 공중화장실에서 주로 전기를 소비하는 장치는 환기와 조명시스템이다. 조명시스템의 에너지 소비를 줄이기 위해, 설계자는 이용 가능한 자연채광을 잘 활용할 수 있도록 해야 한다. 반면 환기시스템의 경우에는, 자연통풍을 극대화함으로써 기계 환기용 팬에 요구되는 에너지 요구를 줄일 수 있다. 그러나, 인공조명과 기계 환기를 최소화 할 경우에도, 화장실의 성능을 도외시해서는 안 된다. 따라서 조심스럽게 균형점을 찾아야 한다. 에너지 소비를 최소화하기 위해 필요하지 않을 경우에는 불필요한 전등 및 환기팬을 끌 수 있는 방법이 요구된다.

○바람 센서에 의한 조절

화장실 설계에 있어 자연환기능력이 극대화된다면, 기계 환기팬의 작동은 최소화 될 것이다. 따라서 바람감지 센서가 화장실의 환기팬 작동에 이용될 수 있다. 바람감지 센서는 풍속센서와 풍향센서로 구성된다. 시험과 조정과정을 통해 설치된 센서에 의해, 화장실 환기팬은 외부바람이 화장실 내부공기를 충분히 교체할 수 있는 경우에는 꺼질 수 있다.

○사용자 감지에 의한 조절

공중화장실은 하루 중 특정시간대(예를 들어, 자정부터 새벽까지)는 사용이 되지 않는 경우가 있는 데, 이때 에너지 절약을 위해 몇몇 조명등은 끌 수 있다. 조명등의 일부를 점멸하기 위해 화장실의 특정부위에 설치된 사용자 감지 센서를 통해 이러한 것이 가능하다. 전등의 스위치를 너무 자주 켰다 껐다 하면 조명장치 뿐만 아니라 전등의 수명 또한 단축되므로, (특히 형광등기구의 센서등사용음 심각한 수명단축을 가져옴)시간 뒤짐 장치가 함께 사용되어야 한다. 사용자 감지 센서의 설치 위치는 누군가 화장실을 사용하고 있는 동안은 꺼지지 않도록 조심스럽게 계획되어야 한다. 또한 설계자는 화장실 입구부분과 기본 조광등은 끄지 않도록 명심해야 하는 데, 그렇지 않을 경우 사람들에게 화장실이 열려있지 않다는 잘못된 인상을 줄 수 있기 때문이다.

조명설계에 있어서는, 수명이 길고 효율이 높은 광원이 사용되어야 한다. 건물외피는 자연채광이용을 극대화 할 수 있도록 디자인해야 하지만 동시에 온실효과를 피할 수 있도록 해야 한다. 광센서와 사용자 감지센서와 같은 에너지 절약 장치의 도움으로, 불필요한 인공조명은 상황에 따라 점멸이 가능하게 되었다.

조명은 건강과 밀접한 관계를 맺고 있다. 생체리듬을 결정하고 뇌파와 심리에 영향을 준다. 최근에는 다양한 기능을 갖춘 기능성 램프들이 출시되어 조명장치의 중요성은 더욱 커지고 있다.

단순히 빛을 밝히는 것만이 아니라 건강까지 생각한 조명이 개발되고 있다. 신소재를 사용한 이런 조명들은 공기를 정화하고 세균을 없애는 등의 기능을 한다. 가격 또한 일반 조명에 비해 크게 비싸지 않고, 수명이 길어 가정용으로도 적당하며, 기존의 등기구에 알맞는 호환성을 가진 제품들이 많다.

별도의 장치 없이 간단하게 사용할 수 있는 기능성 램프들을 소개한다.

○광촉매 램프

광촉매란 빛 중에 포함된 UV-A를 광촉매 물질이 흡수하여 발생기산소를 발생시켜 오염의 원인이 되는 유기물을 분해하는 것으로, 등기구 표면 또는 램프에 도포하여 사용되고 있다.

광촉매는 램프 표면의 오염을 방지하여 밝기를 유지하고, 일상 생활공간에서 발생하는 담배냄새, 화장실에서 발생하는 암모니아, 주방에서 발생하는 조리냄새 등 각종 악취를 제거하여 쾌적한 생활공간을 제공한다.

○음이온 램프

음이온은 공기 중에 떠다니는 분진을 중화시켜 제거하고 인체에도 유익하다.

세균, 먼지, 곰팡이 등 각종 유해물질이 형성하고 있는 양이온을 제거하는 공기 정화 작용이 있으며, 먼지 제거 및 냄새 제거, 살균 효과가 있다. 또한 인체에는 혈액정화, 세포의 활성화, 저항력 증가 등의 작용을 하며 피로회복에도 도움이 된다.

○살균등

살균등은 특수하게 자외선을 통과시키는 유리를 사용하여 만든 투명전구로 수은 방전으로부터 나오는 파장을 통과시켜 물이나 공기의 살균 용도로 쓰인다. 단, 이 빛에 노출되는 것은 좋지 않을 수 있으므로 적당한 안전조치가 필요하다.

욕실에 살균등을 설치하면 세균을 제균 하는 효과를 볼 수 있다.

○적외선 램프

햇빛이나 발열체로부터 방출되는 빛을 스펙트럼으로 분산시켰을 때 적색 스펙트럼의 끝보다 바깥쪽에 있는 것이 적외선이다. 적외선은 일반적으로 가시광선이나 자외선에 비해 강한 열작용을 가지는 광선이다. 때문에 자외선은 살균, 소독 등에 사용되는 반면 적외선은 따뜻한 열전달의 목적으로 많이 사용된다. 건조 시스템에 탁월한 효과를 발휘하며 공기는 가열하지 않고 물체에만 전달되기 때문에 찜질 효과를 극대화시킨다.

○LED (Light Emitting Diode)

반도체를 이용한 LED 조명은 기존 조명의 20~30배 정도 되는 긴 수명을 가지고 있으며 전력 소모량이 적고 환경유해물질이 없는 친환경적인 조명이다. 광원의 높이가 낮고 발열이 적으므로 얇고 다양한 형태의 등기구를 제작 가능하다.

정원이나 계단 등 안전을 위한 스텝 등에 사용하고, 보조 조명장치로 보행에 도움을 준다

○그 외의 설계 시 고려사항

전기에너지 외에 또 절약이 요구되는 자연자원이 바로 물이다. 불필요한 물 낭비를 막기 위해, 적외선 감지센서가 달린 수도꼭지가 사용될 수 있다. 이러한 장치를 사용함으로써 건망증이 심한 화장실 이용자가 수도꼭지를 잠그지 않았거나 완전히 잠기지 않은 수도꼭지로부터 물이 계속 흘러나오는 것을 막을 수 있다. 하지만, 화장실 지붕으로부터 수거한 우수를 저장했다가 변기세척용으로 사용하는 것도 가능하다. 게다가, 대소변기에 설치된 적외선 센서에 의한 자동세척장치는 또한 악취가 퍼지는 것을 방지할 수 있는 훌륭한 수단이다. 사용자가 배출한 오물이 사용자가 대.소변기를 떠나자마자 자동으로 세척된다. 이렇게 함으로써, 오물이 화장실 내에 머무는 시간을 최소화함으로써 환기효율을 향상시킬 수 있다.

인공조명과 기계 환기시스템이 요구될 경우, 건물설비기술자는 효율적이면서 에너지를 절

약할 수 있는 조명과 환기 시설을 설계해야 한다. 에너지를 소비하는 장치는 화장실의 적정 기능을 위해 절대적으로 필요할 경우에만 작동하도록 디자인되어야 한다.

건축부문에서는, 자연환기, 자연채광, 우수 등의 자연자원을 최대한 이용할 수 있도록 건물외피와 기능배치를 계획해야 한다. 하지만 동시에 설계자는 자연자원이 부족할 경우에도 화장실의 기능이 원활하도록 인공조명과 기계 환기장치의 필요성을 함께 고려해야 한다. 게다가, 적당한 건축자재의 선정 또한 필수적이다. 악취를 일으키는 물질이나 박테리아는 건축자재에 쉽게 달라붙어 자라기 시작한다. 시간이 지남에 따라, 이들 냄새나는 물질들은 제거하기가 매우 어려워질 수 있다. 따라서 매끄러운 표면과 최소의 틈새를 지닌 건축자재가 사용되어야 한다.

무엇보다, 어떤 종류의 조명과 환기장치 또는 건축설계가 적용된다 하더라도, 공중화장실의 효율적인 기능이 희생되어서는 안 된다.

○유지관리와 공공교육

기계 환기와 인공조명은 환경친화적이고 냄새 없는 공중화장실

설계에 있어 조심스럽게 고려되어야 할 두 가지 주요 건물 설비 장치이다. 에너지 절약이라는 측면에서 보면, 에너지를 소비하는 장치들은 가능하면 최소화 할 필요가 있다. 하지만, 공중화장실의 원래기능을 희생해가면서까지 줄여서는 안 된다.

기계 환기장치는 발생된 악취가 발생원 근처에서 가능하면 빨리 제거될 수 있도록 함으로써 퍼져나가지 않도록 계획되어야 한다. 화장실 외피와 형상은 외기 유입을 최대화 할 수 있도록 디자인 되어야한다. 바람 센서와 같은 에너지절약 장치의 도움으로, 외부바람에 의해 화장실 내부로 충분한 공기교체가 이루질 수 있는 경우에는 환기팬이 자동으로 멈추어진다.

마지막으로, 훌륭한 유지관리 또한 성공적인 환경친화적이고 냄새없는 공중화장실 달성을 위한 필수 요소이다. 적당한 세제를 사용하여 자주 적절히 청소하는 것이 필요하다. 깨끗하고 마른 화장실은 분명 냄새문제가 적을 것이며, 사용자들에게 신체적으로나 정신적으로 보다 쾌적한 느낌을 줄 수 있을 것이다. 공공교육의 경우, 일반 공중이 공중화장실 사용 시 좀더 조심스럽게 행동하도록 장려하는, 예를 들어, 화장실 사용 후에는 오물을 세척하고, 화장실바닥은 부주의로 인해 젖지 않도록 하고, 사용 후에는 반드시 수도꼭지를 잠그도록 하는 등의, 캠페인을 구성해야 한다. 유지관리자와 사용자들의 공동노력과 함께, 공중화장실은 악취로 인한 문제는 분명 점차 줄어들 것이다.

한국의 화장실이 세계에서 가장 아름답고 가장 편리하며 가장위생적인 화장실문화로 발전하길 바라며 이글을 마칩니다.

화장실문화시민연대
부설 한국생활악취연구소 소개
(Living Environment Odor Institute)

목 적

한국생활악취문제연구소는 일상생활 특히 화장실에서 발생되고 있는 악취로 인한 불쾌감과 혐오감을 사전 예방 및 해소함으로써 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있도록 생활악취 특히 화장실 악취에 대한 원인과 대책의 수립 및 해결방안 등을 주요 임무로 『화장실문화시민연대 부설 연구소』로 2007년 2월 연구소를 창립하였다. 공중화장실 및 주거지역내 하수관로에서 발생되는 악취의 전반에 걸친 이론과 해결방안 연구 및 응용을 통하여 생활환경악취를 저감하는 것을 설립목적 및 기능으로 하고 있다.

목 표

- ▶ 사업장 이외의 다중이용시설인 공중화장실 및 주거지역내 하수관로 등에서 발생되는 악취의 원인조사 및 해결방안 제시
- ▶ 생활 문화 환경에서 지속적인 악취 발생문제의 해결방안 제시
- ▶ 악취발생원의 환경개선 및 오염방지 대책에 관한 연구 활동
- ▶ 선진국의 악취관련 법령 및 악취 저감 기술의 자료 수집 및 분석

활 동

- ▶ 생활악취 발생 원인에 관한 정보의 수집, 조사, 연구 및 교육
- ▶ 생활악취 발생억제 대책에 대한 조사, 연구 및 교육
- ▶ 생활악취 방지기술 연구 및 학술발표회, 초청강연회, 공개강좌 개최 및 포럼운영
- ▶ 생활악취 관련제도 개선에 대한 지속적인 연구 개발
- ▶ 기타 필요하다고 인정되는 사업

사무소

- Homepage : www.restroom.or.kr
- Tel : 02-752-4242 Fax : 02-392-4285
- 주소 : 서울 서대문구 충정로 3가 250-70 충정아파트 109호
  화장실문화시민연대 내

화장실문화시민연대 부설 한국생활악취연구소 구성원

- 대표 - 표혜령
- 연구소장 - 이장훈
- 자문위원 - 강선홍, 서기원, 도상혁, 조성훈, 심화식, 박상봉
- 연구위원 - 정익재, 손대희, 김승준, 박종훈, 연경호
- 선임연구원 - 김원기, 김충곤, 이기룡
- 연 구 원 - 권기한, 김광섭, 김승원, 김강홍, 홍기현
- 교육위원 - 김동우, 박종한, 곽노희, 김기홍, 이혁동, 정종배
- 담당 - 한미선

	성 명	현 소 속	직 위
대 표	표혜령	화장실문화시민연대	대표
소 장	이장훈	화장실문화시민연대	위원
자문위원	강선홍	광운대학교 환경공학과	교수
자문위원	서기원	대림대학 빌딩설비시스템과	교수
자문위원	도상혁	(주)맑은공기	대표이사
자문위원	조성훈	COXS	대표이사
자문위원	심화식	(사)한국환경청화협회	기술고문
자문위원	박상봉	CS.OK클린	대표이사
연구위원	정익재	성균관대학교 무배출형환경설비지원센터	연구교수
연구위원	손대희	성균관대학교 무배출형환경설비지원센터	연구교수
연구위원	김승준	한국과학기술연구원 수질환경 및 복원연구센터	연구원
연구위원	박종훈	광운대학교 환경공학과 수질환경연구실	박 사
연구위원	연경호	한국과학기술연구원 수질환경 및 복원연구센터	연구원
선임연구원	김원기	성균관대학교 무배출형환경설비지원센터	연구원/박사과정
선임연구원	김충곤	광운대학교 환경공학과 수질환경연구실	연구원/박사수료
선임연구원	이기룡	성균관대학교 무배출형환경설비지원센터	연구원/박사과정
연 구 원	권기한	(주)KIZEN	대표이사
연 구 원	김광섭	성균관대학교 무배출형환경설비지원센터	연구원/석 사
연 구 원	김승원	광운대학교 환경공학과 수질환경연구실	연구원/석 사
연 구 원	김강홍	광운대학교 환경공학과 토양환경연구실	연구원
연 구 원	홍기현	(주)맑은공기	연구원
연 구 원	이관용	(주)맑은공기	연구원
교육위원	김기홍	(주)함께일하는세상	팀장
교육위원	곽노희	(주)토일러	대표
교육위원	이혁동	화문연 대구지부	대표
교육위원	김동우	수원과학기술대학건축환경 시스템과	교수
교육위원	정종배	(주)예감	대표
교육위원	박종한	유한ADS	대표
행정담당	한미선	화장실문화시민연대	팀장

화장실 문화시민연대 부설 한국생활악취문제연구소 주최

「화장실 및 주거 지역 악취 개선방안 문제」 심포지엄

인 쇄 일 자 / 2007년 2월 27일
발 행 일 자 / 2007년 3월 2일
발 행 인 / 표 혜 령
편 집 위 원 / 표혜령, 이장훈, 한미선
발 행 기 관 / 화장실문화시민연대
기획 · 편집 / 한미선, 이장훈

비매품