

서울시 공공환경시설 악취관리 강화 방안

조용모 진정규

A Study on the Management the Odor Emission of Public Environmental Facilities in Seoul



서울연구원
The Seoul Institute

**서울시 공공환경시설
악취관리 강화 방안**

연구책임

조용모

안전환경연구실 선임연구위원

연구진

진정규

안전환경연구실 연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약

공공환경시설 악취 배출허용기준 강화하고 시설 특성에 맞는 정밀악취관리대책 수립

최근 생활수준이 향상되면서 생활악취에 대한 관심과 민감성이 증대되는 등 생활환경 인식이 변화하였고, 이에 따라 악취민원은 해마다 증가하는 추세를 보이고 있다. 생활폐기물 등을 처리하는 공공환경시설 역시 민원이 늘어나면서 악취관리 방안의 필요성이 대두되고 있다. 과거 공공환경시설은 대체로 주거지 외곽에 위치하였으나 도시지역의 팽창과 함께 시가화되면서 현재는 주거·상업지역으로 입지환경이 변화하였다.

따라서 이 연구의 목적은 쾌적한 도시환경을 위해 서울시 산하 공공환경시설의 악취관리 강화 방안을 제시하는 데 있다.

공공환경시설, 입지·작업공간·시설 청결상태 등에서 악취발생 가능성

악취관리 강화 방안을 모색하기 위해 문헌·사례조사 및 설문조사, 데이터 분석 등 다양한 정보를 토대로 공공환경시설의 악취발생특성과 관리방안을 분석하였다. 그 결과 많은 공공환경시설이 악취관리를 부적절하게 하고 있어 악취가 발산되는 것으로 나타났다.

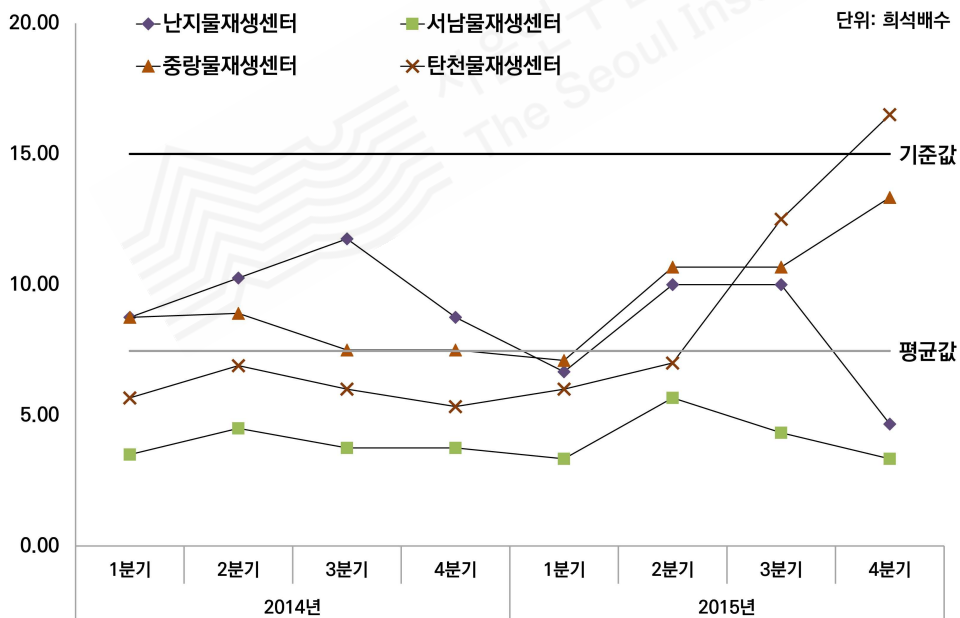
공공환경시설의 악취발생특성은 다음과 같다. 첫째, 공공환경시설은 대체로 주거밀집지역 주변에 위치하고 있다. 둘째, 폐기물처리과정에서 작업이 개방된 공간에서 이루어지기 때문에 외부로의 확산이 용이하다. 셋째, 시설의 청결상태가 양호하지 않아 악취가 복합적이고 지속적으로 발생한다. 넷째, 계절 및 기후적 요인에 따라 악취발생 빈도와 확산범위가 증가할 가능성이 있다.

물재생센터는 분뇨정화조슬러지의 투입구와 슬러지처리시설에서 악취가 많이 발생하고 있다. 또한 음식물자원화시설은 파쇄 및 선별과정과 세부공정에서 밀폐화가 잘 되지 않아 심한 악취가 발생하고 있다. 적환장시설은 지붕과 에어컨 등 밀폐화시설과 청결·세척시설이 미비한 것으로 나타나고 있다.

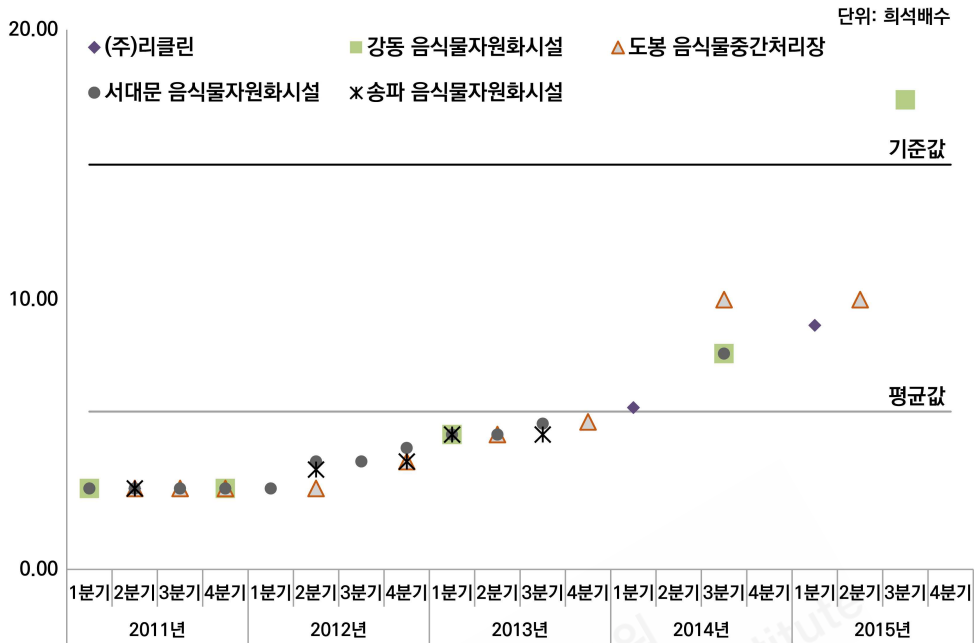
시민 눈높이 맞춰 악취배출기준 강화하고 악취물질 저감대책 세워야

최근 5년간 49개 시설을 대상으로 215회의 악취측정자료를 분석한 결과, 물재생센터는 4개 시설에서 1회, 음식물처리시설은 5개 시설에서 2회, 적환장시설은 25개 시설에서 3회가 기준치를 초과하는 것으로 나타났다. 그림은 시설별 부지경계에서 발생한 복합악취 희석배수 농도를 분석한 결과이다.

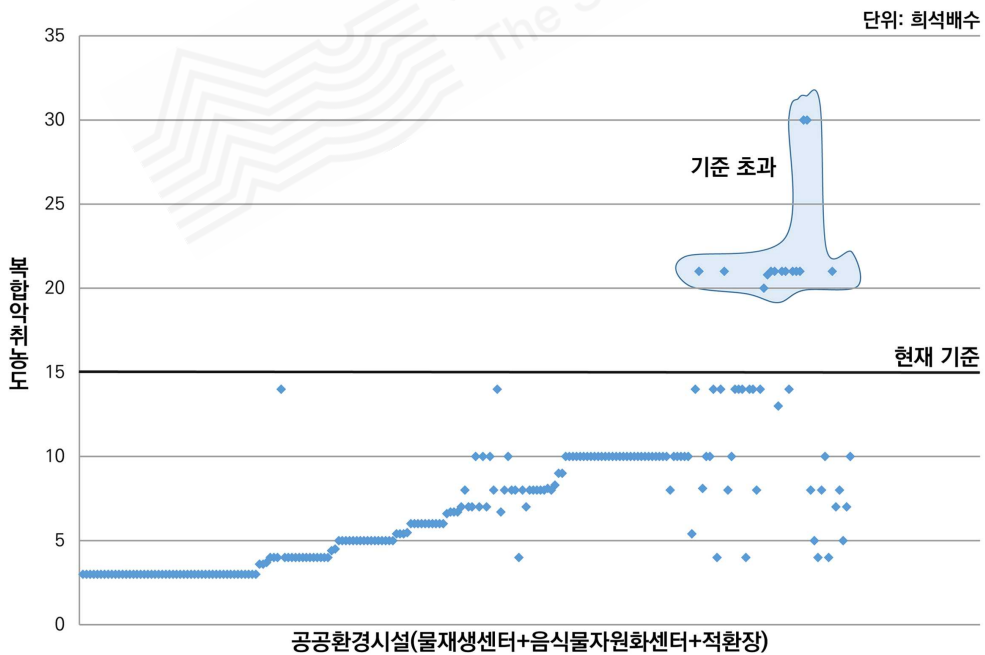
부지경계에서 발생한 복합악취는 배출허용 기준치인 15배수(희석배수)의 69.6%(약 10배수) 수준에서 관리되고 있었으며, 기준치를 초과한 경우는 14회로 전체 6.5%에 불과하여 대체적으로 악취기준은 만족하고 있다. 그러나 같은 기간 22회의 악취민원이 발생하였고, 악취를 인식하였으나 민원처리하지 않은 것이 상당수 있음을 감안하면 강화된 악취관리 방안이 필요하다. 이는 배출기준이 느슨하여 주민의 삶의 질 향상과 환경보호를 달성해야 할 공공환경시설 본연의 역할을 다하지 못하는 것이다.



[그림 1] 하수처리시설 부지경계 복합악취 측정결과

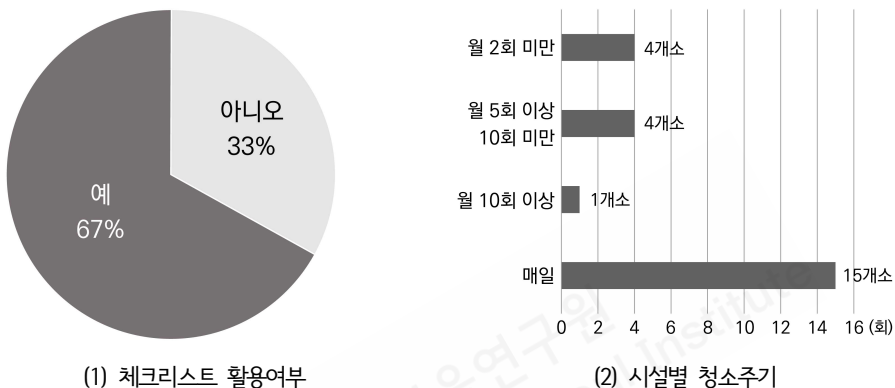


[그림 2] 음식물처리시설 부지경계 복합악취 측정결과



[그림 3] 전체 공공환경시설 부지경계 복합악취 배출 현황

65개 적환장시설을 대상으로 실시한 설문조사에서 24개 시설이 응답하였다. 조사에 의하면 70.8%의 시설이 지역주민이 주로 활동하는 주간에 운영되고 있으며 42%의 시설이 밀폐화가 이루어지지 않아 악취민원이 발생할 가능성이 높은 것으로 조사되었다. 주 1회 미만으로 환경 정리를 하는 시설의 비율은 38%였으며 자가진단을 위한 체크리스트가 없는 시설 비율은 67%에 달했다. 게다가 70.8%의 시설에서 악취를 체감하지 못하고 있기 때문에 시설운영관리 측면의 악취저감 노력이 필요할 것으로 보인다.



[그림 4] 적환장시설 운영 특성

이상의 연구결과에서 도출할 수 있는 시사점은 다음과 같다. 첫째, 악취배출기준을 강화하여 시민의 눈높이에 다가가야 할 필요가 있다. 둘째, 시설의 주요 악취배출원에서 발생하는 악취 물질을 저감하기 위한 대책 수립이 필요하다. 셋째, 청소·세척을 강화하고 운영시간을 조정하는 등 지역적 상황을 고려한 시설운영방안이 필요하다.

악취민원 최소화·시설 맞춤형 관리대책 수립 등 4대 기본방향 제시

(1) 지역주민 의견 적극 반영해 악취민원 최소화

악취관리의 주목적은 우선적으로 민원발생을 최소화하는 데 있어야 한다. 이와 같은 목적의식은 악취관리 방향을 설정하는 데 기준으로 작용할 수 있다. 공공환경시설의 설치 목적을 고려할 때 지역주민의 의견이 적극적으로 반영되어 악취관리 방안이 수립될 필요성이 있으며 지역에서 발생한 민원에 초점을 맞춰 시설의 운영관리 방안이 모색되어야 한다.

(2) 배출 허용기준 강화 등 제도적 기반 강화

부지경계 복합악취는 현행 배출허용기준인 15배수를 초과하는 사례가 드물지만 민원이 지속적으로 발생하고 있어 얼마나 느슨한지 알 수 있다. 따라서 「서울시 생활악취저감 및 관리에 관한 조례」를 개정하여 사업장의 악취와 배출시설 외 시설에서 발생하는 생활악취를 포함하도록 하고, 악취방지법의 제7조(배출허용기준)에서 제시된 엄격한 배출허용기준을 조례로 정할 수 있다는 규정에 따라 공공환경시설을 대상으로 현행 기준보다 강화된 기준을 수립하여야 한다.

(3) 시설특성에 맞는 정밀악취관리 대책 수립

시설종류별로 악취발생 특성과 관리 대책이 수립되어야 한다. 시설의 주요 악취발생원·반입폐기물·처리공정별 대책이 수립되어야 하고, 복합악취(부지경계) 등을 측정하여 시설에서 나타날 수 있는 특성을 고려한 정밀악취관리 대책 수립이 필요하다.

(4) 미래 도시생활악취관리 가능한 시민참여 시스템 구축

미래의 도시생활악취관리의 핵심은 시민참여에 있다. 시민의 이해를 바탕으로 시설의 운영관리 방안이 수립·조정되어야 하며, 시민이 지속적으로 모니터링하고 피드백을 전달하는 순환구조를 갖춘 시스템 구축이 필요하다.

복합악취기준 강화·운영시간 탄력적 설정 등 9가지 세부전략 마련

(1) 복합악취기준 15배수에서 12배수로 강화

현행 「서울시 생활악취저감 및 관리에 관한 조례」는 배출시설을 제외한 생활악취를 규제하고 있으므로 「서울시 악취관리 조례」로 확대 개정해야 한다. 특히 공공환경시설 복합악취(부지경계)를 현행 15배수에서 12배수로 한 단계 정도 상향시켜 개정할 필요가 있다. 즉, 악취배출허용기준 강화 내용은 배출시설 외 생활악취를 위주로 하는 「서울시 생활악취저감 및 관리에 관한 조례」에 담기가 어려운 점이 있으므로 사업장을 포함하는 「서울시 악취관리 조례」로 개정하고, 이에 강화된 복합악취 기준을 포함한다.

(2) 일반 사업장에 악취배출 강화기준 5년 유예기간 두어 적용

일반 사업장은 업소 및 시설에서 준비할 기간을 주기 위해 5년 정도의 유예기간을 두고 강화기준을 적용한다. 즉, 모든 악취배출시설로의 적용은 순차적으로 시행한다.

(3) 중간·최종산물 야적보관장 밀폐관리 강화

공공환경시설에서 악취가 주로 발생하는 배출원은 우선적으로 밀폐시킬 필요가 있다. 음식물 자원화시설은 처리과정에서 발생하는 중간 및 최종 산물의 야적장을 덮개로 밀폐 관리한다. 또 하수처리장은 정화조분뇨 투입 시 발생하는 악취확산을 저감하기 위해서도 밀폐 관리가 필요하다. 적환장은 지붕이나 에어커튼을 활용해 선별·파쇄·집하 과정을 밀폐화하여야 한다.

(4) 기상·기후·주민 활동시간 고려해 탄력적인 운영시간 설정

밀폐화 외에도 쓰레기 적환장과 같이 시설의 상시운용이 반드시 필요치 않은 시설은 기상과 기후를 고려해 저기압이나 습도·온도가 높은 상황에서의 작업을 지양하고 지역주민들의 주 활동시간을 고려하여 운영을 탄력적으로 시행해야 한다.

(5) 시설특성에 맞는 악취발생원 정밀대책 수립

처리공정 중 주요 악취발생원을 대상으로 악취효율을 증진시킬 수 있는 방안이 모색되어야 한다. 즉 가스 포집회수나 환풍회수를 증진시켜 악취의 확산을 막고 현재 활용 중인 악취방지시설 외에 유용미생물이나 소규모 악취저감장치를 복합적으로 활용한다면 현재에 비해 악취저감 효과가 향상될 것으로 예상된다.

(6) 시설·부속장치 주기적으로 세척하고 작업장 청결 유지

악취를 많이 제거하였어도 콘베이어시설 등 이미 오염된 시설에서 악취가 지속적으로 발생할 수 있다. 따라서 시설과 부속장치 등을 주기적으로 세척하며 청결상태를 유지하기 위한 노력이 필요하다.

(7) 자가진단 위한 시설별 체크리스트 개발

시설설치 및 세척, 환경정리 단계에서 활용할 수 있는 체크리스트를 개발해야 한다. 체크리스트는 일정 주기 혹은 상시로 확인할 수 있는 사항을 구분하여야 하며 활용방법을 교육하여 시설 자체적으로 집중적인 악취관리가 이루어져야 한다.

(8) 일정주기별로 악취모니터링 시행

악취저감을 위해서는 사업장시설에서 발생하는 악취발생 정도를 파악하고 있어야 한다. 따라서 일정 주기별로 악취모니터링을 실시하여야 한다.

(9) 미래 도시생활 악취관리 위한 시민참여시스템 등 구축

악취관리 시책 수립이나 방안 모색 및 결정 단계에서 주민의 참여가 이루어질 수 있는 별도의 프로그램 개발이 필요하다. 현재 악취방지 체계에는 지역주민의 의견을 반영할 수 있는 시스템이 전무한 상태이다. 따라서 비교적 큰 시설은 시민이 직접 관리·운영에 참여하거나, 악취측정 및 시설의 정기적인 모니터링 시 지역주민이 의사결정 주체로서 참여할 수 있는 시스템 구축이 필요하다.

[표 1] 공공환경시설 악취관리 방향 및 전략

기본방향	기본전략	세부전략
생활권에 위치한 공공환경시설의 악취관리 제도적 기반 강화	• 복합악취 배출허용기준 강화 • 지정악취물질 배출허용기준 점진적으로 강화	• 복합악취기준(부지경계) 15배수에서 12배수로 강화 • 모든 악취배출시설에 대한 적용은 5년 정도의 유예기간을 두고 실시
공공환경시설의 지속성을 위한 악취민원 최소화	• 공공환경시설의 악취최소화를 위한 운영 관리 강화 방안 수립. • 밀폐시설의 설치를 통한 관리. • 시설의 탄력적 운영·관리 실시	• 음식물자원화센터 중간 및 최종 산물 야적장의 밀폐관리 강화 • 쓰레기 적환장과 쓰레기 재활용시설 경우 기상·기후·활동시간을 고려하여 탄력적 운영·관리
시설 특성에 맞는 정밀대책 수립	• 시설 특성에 따른 발생원 악취관리 강화 • 시설별 모니터링 및 세척실시 강화	• 처리과정 중 주요 발생원에 대한 세부 악취관리 방안 수립 • 시설의 설비 및 부속장치의 주기적 세척과 청결 유지 필요 • 시설별 악취 관리매뉴얼 및 체크리스트 개발
미래 도시생활악취 관리를 위한 시민참여 시스템 구축	• 공공환경시설 중 비교적 큰 시설은 시민참여 운영·관리 실시	• 주기적 악취 모니터링 실시 • 시책·방안 수립 시 주민참여 유도

목차

01 연구개요	2
1_연구배경 및 목적	2
2_연구범위 및 방법	3
02 서울시 공공환경시설 악취발생 현황	6
1_악취의 정의와 측정방법	6
2_악취관련 규정 조사	9
3_선행연구 조사	15
4_시설 및 민원현황	27
5_현황조사 소결	45
03 공공환경시설의 악취발생특성 분석	50
1_악취배출 농도분석	50
2_복합악취 배출기준 강화를 위한 현행 제도 분석	67
04 국내·외 사례조사	74
1_국내사례조사	74
2_국외사례조사	87
05 공공환경시설의 악취관리 방향	100
1_공공환경시설의 생활악취 관리를 위한 기본방향	100
2_기본전략	101
3_세부전략	104

06 결론 및 정책건의	110
1_결론	110
2_정책제언	112
참고문헌	113
부록	115
Abstract	119



표

[표 2-1] 악취측정 및 평가방법	8
[표 2-2] 「악취방지법」 주요내용	10
[표 2-3] 「서울시 생활악취저감 및 관리에 관한 조례」 주요내용	11
[표 2-4] 악취방지체계	12
[표 2-5] 서울시 소재 공공환경시설의 악취배출시설 적용 구분	12
[표 2-6] 복합악취 배출허용기준	13
[표 2-7] 지정악취물질종류와 배출허용기준	14
[표 2-8] 기존문헌 목록	15
[표 2-9] 하수처리시설 생슬러지 분배실 개선 전·후 악취조사	19
[표 2-10] 악취처리시설별 복합악취 및 처리효율	20
[표 2-11] 공정별 검출 평균 계산희석배수	22
[표 2-12] 적환장 종류별 악취 기여물질	23
[표 2-13] 울산광역시 연도별 악취관련 민원발생 현황	24
[표 2-14] 연구별 제시된 악취관리 방안	27
[표 2-15] 서울시 물재생센터 개요	28
[표 2-16] 물재생센터별 평균 복합악취	30
[표 2-17] 공정별 지정악취물질 배출조사	32
[표 2-18] 물재생센터별 악취방지시설 현황	33
[표 2-19] 음식물자원화시설 개요	34
[표 2-20] 시설별 복합악취 측정결과	35
[표 2-21] 공정별 지정악취물질 측정결과	36

[표 2-22] 적환장 개요	38
[표 2-23] 서울시 소재 적환장 악취측정조사 결과	42
[표 2-24] 전국 환경기초시설 민원내용별 악취민원발생 추이	44
[표 2-25] 서울시 공공환경시설 악취관련 민원발생 내용	45
[표 3-1] 시설군별 부지경계 측정 복합악취 배출추이	51
[표 3-2] 시설군별 배출구 측정 복합악취 배출추이	52
[표 3-3] 하수처리시설 지정악취물질	53
[표 3-4] 공공환경시설의 분기별 복합악취(부지경계) 농도	54
[표 3-5] 공공환경시설의 분기별 복합악취(배출구) 농도	56
[표 3-6] 물재생센터 복합악취(부지경계)	57
[표 3-7] 하수처리시설 암모니아 농도변화	58
[표 3-8] 하수처리시설 황화수소 농도변화	59
[표 3-9] 폐기물처리시설 복합악취(부지경계)	60
[표 3-10] 음식물처리시설 복합악취(부지경계: 일부 작업장 내 지점 포함)	62
[표 3-11] 음식물처리시설 복합악취(부지경계: 작업장 내 지점 제외)	63
[표 3-12] 적환장별 복합악취 부지경계	64
[표 3-13] 시설별 부지경계 복합악취	65
[표 3-14] 공기희석 평가 판정요원 선정용 시험액	68
[표 3-15] 공기희석 평가과정	68
[표 3-16] 기준치 15배수 경우 희석배수 산출과정	69
[표 3-17] 기준치 12배수 경우 희석배수 산출과정	69
[표 3-18] 공기희석 평가과정	70
[표 4-1] 중요 6개 질문 결과	82
[표 4-2] 일본 악취방지법의 변천	88
[표 4-3] 일본 악취방지법 주요내용	88

[표 4-4] 규제기준이 있는 특정악취물질명과 취기강도 농도	91
[표 4-5] 악취강도 및 취기지수	93
[표 4-6] 하수처리시설의 탈취장치의 계획 및 사양	93
[표 4-7] 퇴비화시설의 탈취장치의 계획 및 사양	94
[표 4-8] 환경기초시설의 악취발생원 및 탈취 방식	96
[표 5-1] 공공환경시설 악취관리방안	107
[표 5-2] 적환장 악취관리 체크리스트(안: 시설설치사항 점검)	108
[표 5-3] 적환장 악취관리 체크리스트(안: 상시 점검)	108



그림

[그림 1-1] 연구흐름도	4
[그림 2-1] 황화수소와 복합악취농도 회귀분석결과	17
[그림 2-2] 하수·슬러지 처리과정	29
[그림 2-3] 음식물 쓰레기 처리공정도	35
[그림 2-4] 음식물자원화시설 악취처리공정	37
[그림 2-5] 적환장의 폐기물 보관 및 이송과정	41
[그림 3-1] 시설군별 부지경계 측정 복합악취 배출추이	51
[그림 3-2] 시설군별 배출구 측정 복합악취 배출추이	52
[그림 3-3] 하수처리시설 지정악취물질(ppm)	53
[그림 3-4] 공공처리시설별 복합악취(부지경계)	55
[그림 3-5] 공공시설별 복합악취(배출구)	56
[그림 3-6] 하수처리시설 복합악취(부지경계)	57
[그림 3-7] 하수처리시설 암모니아 농도변화	58
[그림 3-8] 하수처리시설 황화수소 농도변화	59
[그림 3-9] 폐기물처리시설 복합악취(부지경계)	61
[그림 3-10] 사업장별 복합악취(2015년)	66
[그림 3-11] 공공환경시설 전 시설 부지경계 복합악취농도	66
[그림 4-1] 시설 부지경계 부근 상황	75
[그림 4-2] 음식물폐기물 투입구 주변부 상황	76
[그림 4-3] 소화조 주변부 상황	77

[그림 4-4] 슬러지 탈수기 주변부 상황	78
[그림 4-5] 적환장시설운영 특성	83
[그림 4-6] 악취발생원 및 발생악취 체감정도	85
[그림 4-7] 악취저감 노력	86
[그림 4-8] 악취저감을 위한 교육주기	87
[그림 4-9] 일본 악취방지법의 체계	90
[그림 4-10] 일본 위치별 악취규제기준	92



01

연구개요

1_연구배경 및 목적

2_연구내용 및 방법

01 | 연구개요

1_연구배경 및 목적

1) 연구배경

최근 들어 시민들의 생활악취에 대한 관심이 많아지고 있다. 특히 생활수준이 향상되면서 생활악취발생원의 주변에 살고 있는 시민들은 이 불쾌감으로부터 벗어나고 싶어 한다. 서울시의 생활악취는 주변 소규모 사업장에서 많이 발생한다. 특히 물재생센터나 쓰레기처리센터, 쓰레기 적환장 같은 공공환경시설은 큰 생활악취발생원이며, 악취 관련 민원이 자주 발생하고 있다.

하지만 물재생센터·음식물자원화시설 등 공공환경시설의 효과적인 악취관리는 쉽지 않다. 왜냐하면 이들 시설은 과거에는 주로 외곽지역에 위치하거나 거주지역에서 벗어난 장소에 위치했는데, 이제는 이들 시설의 인접지역까지 시민들이 거주하면서 생활악취 관련 민원이 자주 제기되고 있기 때문이다. 현재 대부분의 공공환경시설은 주거지역에 위치하게 되었다. 따라서 공공환경시설의 생활악취관리를 집중적으로 하더라도 시민들의 생활수준이 높아져서 더 높은 악취대책을 요구하고 있다. 이제 과거보다 수준이 높은 생활악취관리 대책이 필요한 시점이다.

2) 연구목적

이 연구의 목적은 공공환경시설의 생활악취관리 방안을 마련하여 쾌적한 생활환경을 조성하는 데 있다. 이를 위하여 공공환경시설의 생활악취 관련 문헌과 악취 관련 사례 및 악취 발생농도 등을 분석하여 종합적인 악취관리 방안을 제시한다, 즉 공공환경시설의 악취관리를 체계적으로 접근하여 악취민원도 최소화하고 시설의 주변 지역을 쾌적하게 유지하는 데 있다.

2_연구범위 및 방법

1) 연구범위

(1) 대상적 범위

연구의 대상은 서울이나 자치구에서 운영하는 공공환경시설이다. 물재생센터(4개소), 음식물처리 및 자원화시설(5개소), 주요 적환장(65개소) 총 74개소이다. 이 중 2개소는 같은 장소에 설치되어 있다. 여기서 하수관거에서 발생하는 생활악취는 제외하였다. 하수관거에 의한 생활악취는 발생특성과 관리대책 등에서 다른 방안으로 접근하여야 하기 때문이다.

(2) 내용적 범위

첫째, 공공환경시설별 악취배출 특성과 발생지점, 악취발생현황을 조사한다. 둘째, 현행 공공시설의 악취배출허용기준의 달성여부를 조사한다. 즉 주거지역에 위치한 공공시설의 생활악취(복합악취와 지정물질악취) 발생현황을 고찰한다. 또한 여기서 서울의 특성을 조사한다. 이를 고려하여 현행 공공시설에서 발생원 악취저감방안을 제시하고자 한다.

2) 연구방법

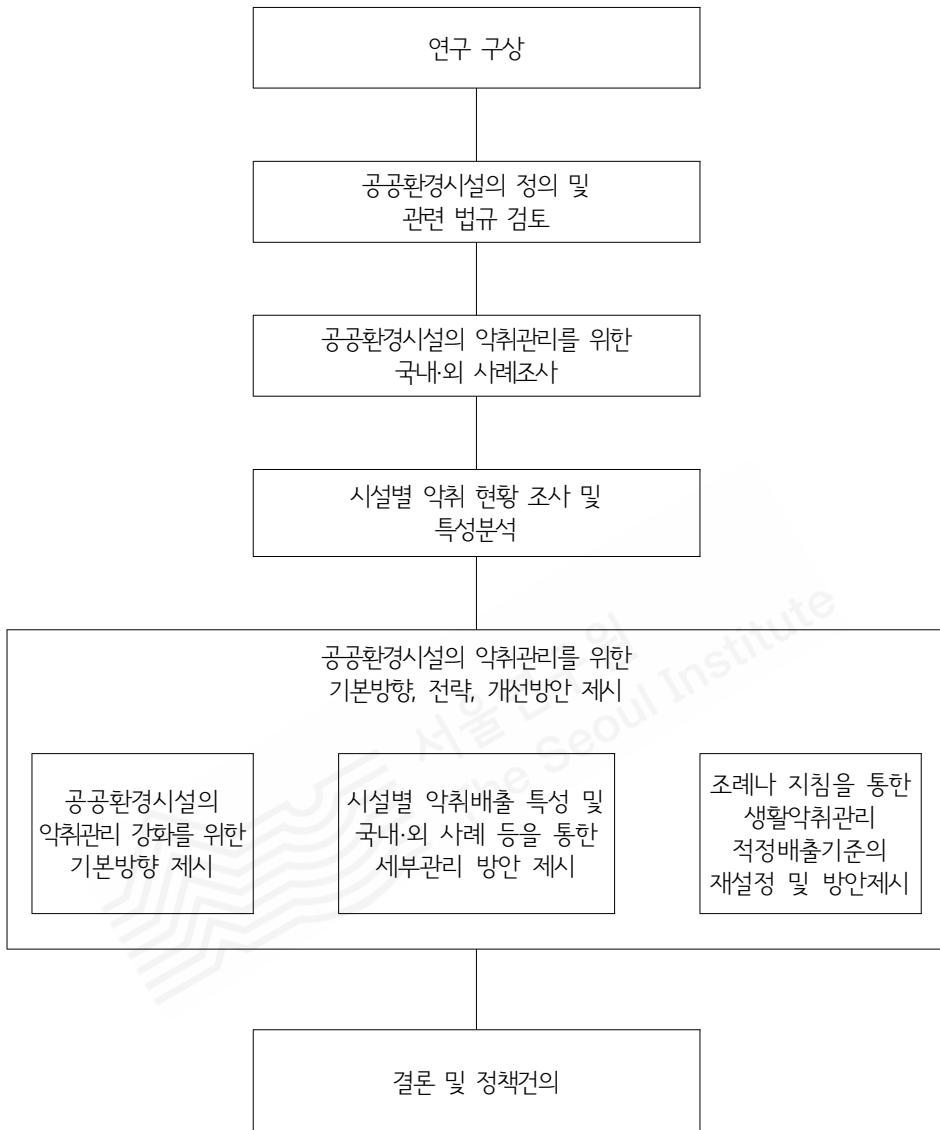
(1) 문헌조사를 통한 선행연구 및 사례조사

공공환경시설의 악취관리에 대한 선행연구 및 사례조사를 통해 시설별 악취 특성 및 관리 사례를 분석하였다. 특히 악취 배출지점의 관리와 강화 방안을 살펴보았다.

(2) 악취배출기준과 현 배출농도를 비교 분석하여 배출허용기준의 강화 등의 방안 분석
현 공공시설의 악취기준과 지금까지 조사된 모든 악취농도를 비교 분석하였다. 이를 통해 배출허용기준의 강화 방안을 조사하였다.

(3) 공공환경시설의 악취관리 강화를 위한 기본방향, 세부 전략과 개선방안을 제시

공공환경시설의 악취관리를 강화하기 위한 방안을 제시하였다. 즉 악취관리 방향, 시설별 세부전략 및 개선 방안을 제시하였다. 이와 같은 연구 과정을 [그림 1-1]과 같이 도식화하였다.



[그림 1-1] 연구흐름도

02

서울시 공공환경시설 악취발생 현황

- 1_악취의 정의와 측정방법
- 2_악취관련 규정 조사
- 3_선행연구 조사
- 4_시설 및 민원현황
- 5_현황조사 소결

02 서울시 공공환경시설 악취발생 현황

1_악취의 정의와 측정방법

1) 악취의 개념

악취는 황화합물이나 메르캡탄·아민류 등 자극성 있는 물질이 인간의 후각에 의해 감지되어 불쾌감을 주는 대표적 감각공해이다. 일반적인 악취원인은 생산시설에서 제품을 생산 시 발생하는 오염된 공기이며 생산시설 외에도 폐기물을 처리하는 시설 및 생활환경 과정에 이르는 다양한 원인 스펙트럼을 형성한다. 악취에 의해 발생하는 직·간접적 외부효과는 삶의 질을 저해할 수 있어 이를 방지하기 위한 제도적 장치가 필요하다. 또한 악취는 기후·환경적 영향에 민감하여 확산이 빠르고 악취를 감지하는 후력이 개개인마다 달라 느끼는 쾌·불쾌감 역시 차이가 있어 「악취방지법」으로 명확한 판단 근거와 기준을 제시하고 있다.

악취는 발생원에 따라 단일물질에 의해 발생하기보다는 보통 한 가지 이상의 물질이 복합적으로 작용하여 나타나는 경향을 보인다. 더욱이 악취는 발생물질의 종류와 배출원에 따라 물질이 다양하여 나라마다 규정된 물질이 각기 다르고 특정시간대에 집중적으로 발생하는 경우와 국지적이고 순간적인 특성 모두 상존하므로 악취를 평가하여 대책을 수립하기 어려운 특성을 갖고 있다.

2) 악취측정방법

악취물질은 큰 범주에서는 대기오염물질로 구분되지만 일반적인 대기오염물질과 달리 극히 낮은 농도로도 악취가 감지되는 특성상 대기 중 악취물질 농도를 측정하는 평가방법만으로는 악취현상을 종합적으로 평가하기 어렵다. 따라서 악취를 측정하기 위해 다양한 평가방법이 제안되고 있다. 악취를 측정하는 방법은 크게 후각을 토대로 복합악취의 취기를 측정하는 관능시험법(관능측정법)과 대기 중에 포함된 악취물질의 농도수준을 물리·화학적 가공을 통해 정량적으로 평가하는 기기측정법(화학측정법)으로 구분할 수 있다.

두 방법의 가장 큰 차이는 악취 평가사항으로 관능시험법은 대기 중 포함된 악취물질의 종류와 무관하게 악취의 감지여부와 정도를 평가하며 기기측정법은 악취의 감지 및 정도와는 관계없이 물질이 포함된 농도만을 산출한다는 것이다. 「악취측정법」에는 복합악취와 지정악취물질의 배출허용기준을 모두 규정하고 있다.

(1) 기기측정법

기기측정법은 악취물질의 종류와 농도 분석에 활용되는 정량적인 방법이다. 대표적으로는 GC법(Gas-Chromatograph)과 흡광광도법(Absorption Photometry)이 있다. 두 측정법은 비슷한 분석 구조를 갖는다. GC법은 기체상태의 측정시료와 흡착재(충전물)를 결합·반응하여 분리관을 통과시키는데 이때 측정시료에 포함된 기체가 흡착재에 의해 물질별로 분리되고 물질의 종류와 농도에 따라서 투입된 혼합물이 분리관 출구에 도달하는 시차가 발생하여 이를 토대로 악취물질의 종류와 농도를 계산하는 방법이다. 흡광광도법은 GC법과 마찬가지로 측정시료와 표준용액을 결합·반응시켜 흡광도를 측정하는 방법으로 측정시료 내 물질 농도에 따라 광도가 달라져 물질의 농도를 계산하는 방법이다.

일반적으로 측정하고자 하는 물질의 종류와 농도에 따라 측정방법을 달리하는데 분자량과 휘발 강도에 따라 HPLC(High Performance Liquid Chromatography)방식 GC법을 구분하여 활용하며 국내에서는 흡광광도법과 GC법이 가장 널리 활용되고 있다.

보통 악취물질에 따라서 흡착재의 종류를 달리하는데 비료생산 공정에서 다량으로 발생하는 암모니아의 경우 봉산용액을 흡수재로 사용하여 흡광광도법으로 검출하며, 도축장 및 축산가공시설에서 많이 발생하는 아민류의 경우 황산용액을 흡수재로 사용하여 GC법으로 검출한다. 이처럼 매우 다양한 방법으로 악취물질의 종류와 농도를 측정한다.

(2) 관능시험법

악취의 가장 큰 특성 중에 하나는 바로 악취물질 간 상호작용을 거쳐 최종적으로 하나의 냄새 질을 만들어 내는 것인데 관능시험법은 악취자체의 양과 질을 평가할 수 있다는 점에서 장점을 갖는 방법이다. 그 이유는 인간의 후각에 의한 악취감지능력이 뛰어나 최소 감지값에 의해 측정되지 않는 물질까지도 감지할 수 있으며 무엇보다도 실질적으로 악취의 발생여부를 측정하여 정책에 즉각적으로 반영이 가능하다는 점에서 그 의미가 있다.

다만 후각의 역치에 의해 발생하는 개개인의 악취 순응을 반영하기 어렵고 후력이 상이하
다는 점에서 오류가 발생할 수 있다는 한계를 갖는다.

관능시험법은 크게 직접법과 간접법으로 나뉘며 평가방법으로 구분이 가능하다. 직접법의
경우 시료를 즉각적으로 감지하여 이를 척도에 따라 평가하는 방법이다. 간접법은 시료를
일정한 방법으로 희석하여 감지·평가하는 방식이다. 국내에서는 주로 공기희석관능법¹⁾을
활용하는데 시료에 무취공기를 희석시켜 시료가 무취상태에 이를 때까지의 희석된 공기
양과 판정 패널의 후각 역치를 토대로 측정한다. 측정방법을 종합하면 [표 2-1]과 같다.

[표 2-1] 악취측정 및 평가방법

관능측정법	직접법		6단계 냄새 세기 표시법	
			9단계 쾌·불쾌도 표시법	
			냄새빈도 측정법	
	간접법	공기 희석법	무취실법	
			ASTM주사기법	
			3점 비교식취대법(일본)	
			Olfactometer법	
			Scentometer법	
			공기희석관능법(한국)	
용매 희석법		식염수평형법		
		물희석법		
기기분석법 (화학측정법)	개별농도 측정법	GC법	GC-MS법	
			수소불꽃이온화검출기	
			불꽃광도검출기	
			Electron Capture 검출기	
			열이온화검출기	
		GC-MS법		
		흡광광도법		
		HPLC법		
		GC-Olfactometer법		
	복합취기측정법	Sensor 측정법		
		Electronic nose method법		
	UV법			

출처: 최성우 외, 2005, 『악취오염개론』, 동화출판, 서울, p.88의 내용을 수정 추가

1) 공기희석관능법 등의 측정방법은 악취공정시험기준에 의함

2_악취관련 규정 조사

1) 법적체계

악취를 방지하고 관리하기 위한 법적 장치는 「악취방지법」으로 국내에서는 과거 「대기환경보전법」이 다루던 악취관련 법률을 분리시켜 지난 2004년 2월 9일 「악취방지법」이라는 개별법으로 제정·공포하여 2005년 2월 10일부터 시행하였다. 하위법으로는 동법 시행령과 동법 시행규칙이 있다. 「악취방지법」은 악취방지를 위한 포괄적 사항을 다루고 있으며 하위법은 상위법에서 다루지 못한 구체적 사항을 다루고 있다. 또한 지자체는 「악취방지법」의 조례를 지정하여 해당 지역에서 발생하는 악취를 관리할 수 있어 개별법(상위법), 하위법(시행령, 시행규칙), 조례에 이르는 체계로 악취를 관리한다.

(1) 악취방지법(개별법)

「악취방지법」은 우선적으로 악취와 관련한 다양한 용어를 정의하고 있는데 제2조 1호 악취를 ‘자극성 있는 원인물질에 의해 불쾌감·혐오감을 주는 냄새로 정의’하고 있다. 국내 악취 규제목적은 규제기준을 달성하기 보다는 민원을 야기하지 않도록 하는 것이다. 따라서 악취발생원 중심의 국지적 관리가 기본방향이며 해당지역 주민들이 불쾌감을 느끼지 않을 수 있도록 하는 것이 좀 더 명확한 목적이다.

「악취방지법」이 갖고 있는 목적 실현을 위해 환경부에서 정하고 있는 기본 방향에 부합하면서 지자체의 지역적 특성을 고려하여 ‘악취실태조사’, ‘악취 관리지역 지정’, ‘사업장 관리’를 실시하며 이를 토대로 체계적 악취방지사책을 수립 및 시행하고 있다. 또한 악취발생을 규제하기 위해 악취 평가를 복합악취와 지정 악취물질로 이분하여 관리하고 있다.

「악취방지법」에서 규정하고 있는 내용 중 서울시 공공환경시설과 관련한 내용은 악취배출시설, 배출허용기준이다. 우선 서울은 악취관리지역을 지정하고 있지 않지만 인구 50만 명 이상의 대도시로 환경부에서 정하고 있는 악취배출시설의 악취 배출허용기준을 일정범위 안에서 엄격하게 규정할 수 있다. 또한 환경부령으로 정하고 있는 악취방지계획을 시설사용자가 직접 수립하여 신고해야 하므로 악취의 배출이 엄격하게 관리 될 수 있다. 악취방지법과 관련한 내용을 종합하면 [표 2-2]와 같다

[표 2-2] 「악취방지법」 주요내용

조항	분류	내용
제1조	목적	악취를 방지함으로써 국민이 건강하고 쾌적한 생활환경 조성
제2조	정의	‘악취’, ‘지정악취물질’, ‘악취배출시설’, ‘복합악취’, ‘신고대상시설’ 정의
제3조	국가지자체 및 국민의 책무	국가지자체 및 국민의 악취 방지를 위한 책무
제4조	악취실태조사	악취관리지역의 복합악취와 지정악취물질 농도를 토대로 악취 발생 실태를 주기적으로 조사
제6조	악취관리지역의 지정	주민의 건강과 생활환경 보전을 위해 배출되는 악취를 규제할 필요가 있다고 인정되는 지역을 지정
제7조	배출허용기준	배출허용기준이 지역주민의 건강한 삶 유지에 어려운 경우 환경 부령으로 지정된 범위 내에서 엄격한 배출허용기준을 설정
제8조 2	악취관리지역외의 지역에서의 악취 배출시설 신고 등	관리지역 외 배출시설의 신고 및 지정·고시

(2) 서울시 생활악취저감 및 관리에 관한 조례

「서울시 생활악취저감 및 관리에 관한 조례」는 서울시가 갖고 있는 지역적 특성을 반영하여 악취방지법에서 위임한 사항을 규정하고 있다. 기본적으로 생활악취발생의 원인이 된다고 인정되는 시설에 대해 악취검사, 기술진단 실시 및 악취방지시설의 설치 등 생활악취 방지대책을 수립 시행할 수 있다. 다만 「악취방지법」에서 정하고 있는 엄격한 배출허용기준의 적용은 이 「서울시 생활악취관리조례」에 수용하는 데 제한이 있으므로, 이 조례를 「서울시 악취관리 조례」로 확대 개정하여 사업장악취 및 생활악취를 포괄하도록 하고, 그 세부조항에 엄격한 배출허용기준을 정하도록 한다.

「서울시 생활악취관리조례」의 특징은 악취지도의 작성과 악취방지지원과 관련한 내용이다. 서울시장은 필요에 따라 일정지역에서 발생하는 악취발생현황을 표시한 악취지도를 작성할 수 있으며 이를 공식적으로 공개함을 명시하고 있다. 또한 악취방지시설의 설치와 개선 등을 위해 발생하는 비용을 지원하며 이를 평가하기 위한 위원회의 구성 및 운영

에 관한 내용을 명시하고 있다. 이와 같은 내용은 [표 2-3]과 같다.

[표 2-3] 「서울시 생활악취저감 및 관리에 관한 조례」 주요내용

연번	분류	간략한 내용
제 1조	목적	건강하고 쾌적한 환경조성을 위해 악취저감
제 2조	생활악취의 정의	악취배출 시설 외의 시설에서 발생하는 악취
제 3조	시장의 책무	생활악취저감을 위해 적극적으로 시책 수립
제 4조	악취지도 작성	악취 관리를 위해 발생현황 지도를 작성 및 공개
제 5조	지원대상사업	악취발생 방지를 위한 사업비 지원 - 악취 검사 및 기술진단 - 악취방지시설 설치 및 개선 - 정화조 내 배수조 악취저감시설 - 그밖에 필요가 인정하는 사업
제 6조	위원회 설치 및 구성	사업비 지원 심의를 위한 위원회 설치 가능
제 7조	지도 감독	사업의 추진사항을 소속 공무원이 검사 가능
제 8조	준용	보조금 지원은 「서울특별시 지방보조금 관리 조례」 준용

(3) 악취방지 구성 체계

개별법과 하위법, 지방조례를 토대로 중앙부처와 지자체의 악취방지와 관리를 위한 역할이 구분되어져 있다. 환경부는 「악취방지법」에 부합하는 「악취방지종합시책」을 수립하며 주무관청으로서 지자체 및 관련부서와의 협의 주체가 된다. 또한 지자체로부터 보고받는 사항을 토대로 법규와 시책을 보완하는 역할을 담당한다. 지자체는 해당 지역의 특성을 고려하여 「악취방지법」의 규정에 부합하게 조례를 제정하며 악취관리의 관리주체로서 ‘악취실태조사’, ‘악취관리지역’의 지정, ‘사업장 관리’ 등 악취방지시책을 수립 시행한다. 마지막으로 악취 방지를 위한 기술개발과 시설·설비의 보급은 국립환경과학원과 한국환경공단이 담당한다. [표 2-4]는 이상의 구성체계를 요약한 내용이다.

[표 2-4] 악취방지체계

구분	수행기관	주요내용
악취관리 정책방향 설정	환경부	- 악취방지법 제·개정 - 악취방지종합시책 수립
악취방지시책 시행	지자체	- 악취실태조사 관리지역지정 등
악취방지 기술개발 및 보급	국립환경과학원 한국환경공단	- 악취공정 시험방법 제·개정 - 악취저감 기술 및 진단

출처: 울산발전 연구원, 2012, 울산광역시 대기질 관리체계 구축 방안 연구, p17 인용

2) 관련규정

(1) 배출시설과 배출기준

이 연구의 대상인 공공환경시설은 악취배출시설은 [표 2-5]와 같다.

[표 2-5] 서울시 소재 공공환경시설의 악취배출시설 적용 구분

서울 공공환경시설	적용		비고
	조항	시설종류	
물재생센터	별표2, 구	하수·축산폐수 처리시설	「하수도법」: 공공·개인하수처리시설
음식물자원화	별표2, 마	사료제조시설	자숙, 발효, 건조공정을 포함하는 시설
	별표2, 누	폐기물보관처리시설	「폐기물관리법」: 처리시설 및 보관시설
적환장	별표2, 누	폐기물보관처리시설	「폐기물관리법」: 처리시설 및 보관시설

서울의 경우 지정된 악취관리지역이 없으나 「악취관리법」 제8조 2에서 규정하고 있는 ‘악취관리지역 외 지역에서의 악취배출시설의 신고로 악취관리가 가능하다. 공공환경시설은 도시에서 발생하는 대량의 생활환경폐기물을 처리하기 때문에 대부분 1년 이상 악취가 빈번히 발생하는 시설이다. 따라서 대부분 신고대상 시설로 분류된다.

(2) 복합악취

악취배출허용기준은 「악취방지법」에서 규정하고 있는 복합악취와 지정악취물질로 구분하여 환경부령에 의해 결정된다. 복합악취는 공기희석관능법에 의해 측정된 공기희석배수를

공업지역과 비공업지역, 적용시설의 생산·처리 설비의 악취배출구와 시설의 부지경계로 구분하여 기준을 제시하고 있다. 서울시 소재 공공환경시설에서의 악취배출은 해당 기준에 따라 배출구에서의 복합악취 희석배수는 500 이하, 부지경계선의 복합악취 희석배수는 15이하로 배출되어야만 한다. 복합악취 배출허용기준은 [표 2-6]과 같다.

서울과 같이 거주인구가 50만 명 이상의 대도시는 지역주민의 건강과 생활환경 유지가 해당 기준으로 지키기 어려운 경우 환경부가 정하는 일정 기준안에서 시·도지사가 조례로 엄격한 허용기준을 설정할 수 있다.

[표 2-6] 복합악취 배출허용기준

단위: 희석배수

구분	배출허용기준		엄격한 배출허용기준의 범위	
	공업지역 ²⁾	기타지역	공업지역	기타지역
배출구	1000 이하	500 이하	500~1000	300~500
부지경계선	20 이하	15 이하	15~20	10~15

(3) 지정악취물질

지정악취물질은 환경부령으로 지정된 22개 악취원인물질로 기기측정법에 의해 측정가능하며 복합악취와 마찬가지로 공업지역과 기타지역을 나누어 기준을 제시하고 있으며 엄격한 배출허용 기준은 공업지역에 한정되어 환경부가 정한 범위 내에서 설정할 수 있다. 지정악취물질은 [표 2-7]과 같다.

2) 공업지역은 「산업입지 및 개발에 관한 법률」에서 지정하고 있는 산업단지(국가, 일반, 첨단, 농공)와 「자유무역지역의 지정 등에 관한 법률」에서 지정하고 있는 자유무역지역(전용공업지역, 일반공업지역), 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에서 정하고 있는 전용공업지역을 의미한다.

[표 2-7] 지정악취물질종류와 배출허용기준

구분	배출허용기준(ppm)		엄격한 배출허용 기준의 범위(ppm)	적용시기
	공업지역	기타지역	공업지역	
암모니아	2 이하	1 이하	1~2	
메틸머캅탄	0.004 이하	0.002 이하	0.002~0.004	
황화수소	0.06 이하	0.02 이하	0.02~0.06	
다이메틸설파이드	0.05 이하	0.01 이하	0.01~0.05	
다이메틸다이설파이드	0.03 이하	0.009 이하	0.009~0.03	
트라이메틸아민	0.02 이하	0.005 이하	0.005~0.02	
아세트알데히드	0.1 이하	0.05 이하	0.05~0.1	
스타이렌	0.8 이하	0.4 이하	0.4~0.8	
프로피온알데히드	0.1 이하	0.05 이하	0.05~0.1	
뷰티르알데히드	0.1 이하	0.029 이하	0.029~0.1	
n-발레르알데히드	0.02 이하	0.009 이하	0.009~0.02	
i-발레르알데히드	0.006 이하	0.003 이하	0.003~0.006	
톨루엔	30 이하	10 이하	10~30	2008년 1월 1일
자일렌	2 이하	1 이하	1~2	
메틸에틸케톤	35 이하	13 이하	13~35	
메틸아이소뷰티르케톤	3 이하	1 이하	1~3	
뷰티르아세테이트	4 이하	1 이하	1~4	
프로피온산	0.07 이하	0.03 이하	0.03~0.07	2010년 1월 1일
n-뷰티르산	0.002 이하	0.001 이하	0.001~0.002	
n-발레르산	0.002 이하	0.0009 이하	0.0009~0.002	
i-발레르산	0.004이하	0.001 이하	0.001~0.004	
i-뷰티르알콜올	4.0 이하	0.9 이하	0.9~4.0	

3_선행연구 조사

공공환경시설의 악취관리 연구는 일반적으로 폐기물 처리 종류에 따라 연구의 방향과 내용이 결정된다. 폐기물의 종류, 처리공정, 저감시설에 따라 발생하는 악취물질과 정도가 상이하고 이에 따라 발생하는 민원의 양상과 내용도 다르기 때문에 관련연구는 처리시설 별로 살펴볼 필요가 있다. 기존문헌을 토대로 악취발생원, 복합악취, 악취실태조사를 토대로 제시된 악취관리방안을 고찰하였다. 서울시에 위치한 공공환경시설은 크게 물재생센터(하수처리시설), 쓰레기 적환장(일반쓰레기, 음식물쓰레기), 음식물자원화시설(음식물쓰레기 처리시설)로 구분할 수 있다. 고찰한 기존 문헌은 [표 2-8]과 같다

[표 2-8] 기존문헌 목록

연구 대상	연구명	저자 (연도)	저술형태
물재생센터	서울시 물재생센터 부지경계 장기 악취조사를 통한 처리시설 개선	김정웅 (2007)	학위논문
	복합악취농도와 황화수소 농도를 이용한 국내 하수처리시설의 악취발생 특성에 대한 연구	고병철 외 4명 (2012)	학술지
	공공환경시설에서 발생하는 악취물질 배출특성	서병량 (2013)	학위논문
	물재생센터의 부지경계 및 시설별 악취발생 특성	차영섭 외 9명 (2013)	학술지
음식물 자원화 시설	음식물쓰레기 처리 설비로부터 발생하는 악취성분 분석 및 적정처리 방안연구	송복주 외 7명 (2003)	학술지
	음식물처리시설의 냄새 특성	배주순 외 6명 (2009)	학술지
	음식물류폐기물 처리시설에서의 악취발생 특성 및 관리방안	유승성 외 8명 (2012)	학술지
쓰레기 적환장	쓰레기 적환장의 악취발생 특성	김은숙 외 9명 (2012)	학술지
정책연구	울산광역시 대기질 관리체계 구축방안 연구-악취관리 대책을 중심으로	손영규 외 3명 (2012)	연구보고서
	악취영향을 고려한 악취관리 가이드라인 마련	문난경 외 4명 (2013)	연구보고서

1) 하수처리시설

(1) 서울시 물재생센터 부지경계 장기 악취조사를 통한 처리시설 개선(김정웅, 2007)

물재생센터 주변지역의 악취관련 민원이 지속적으로 발생함에 따라 서울시 소재 물재생센터의 부지경계 악취실태와 민원을 조사하고 분석하여 개선방향을 제시한 연구이다.

연구에서 제시된 악취조사 결과, 모든 물재생센터에서 측정된 복합악취는 「악취방지법」에서 제시하고 있는 복합악취 희석배수를 15배수 이하로 관리되고 있었으며 부지경계에서의 지정악취물질 배출 역시 시간대별로 낮 시간과 야간 시간에서 모두 기준 이하로 배출되는 것으로 조사되었다.

제시된 악취관리 방안은 크게 제도적 개선과 기술적 개선으로 나누어 제시하고 있다. 먼저 발생하는 악취가 기준치 이내로 관리 상태가 양호한 것으로 보이지만 기온·습도의 상승(계절적 요인), 풍향·풍속(대기 상황)에 따라 지정악취물질의 배출 농도와 복합악취 희석배수가 높아질 가능성이 있기 때문에 계절, 대기상태를 반영한 모니터링 방안이 필요함을 지적하였다. 또한 부지경계주변을 공원화하여 악취에 대한 피해 저감과 더불어 편의를 제공할 필요성을 주장하였다. 마지막으로 악취관리에 있어서 처리공정 상 침전물이 하수도로 유입될 때 유속이 낮아짐에 따라 악취가 대량으로 발생하므로 가스포집량을 늘리고 처리물질의 유속을 높여 정체가 일어나지 않도록 순환횟수를 증가시키는 등 기술적인 관리대처가 필요함을 주장하였다.

(2) 복합악취농도와 황화수소 농도를 이용한 국내 하수처리시설의 악취발생 특성에 대한 연구(고병철 외, 2012)

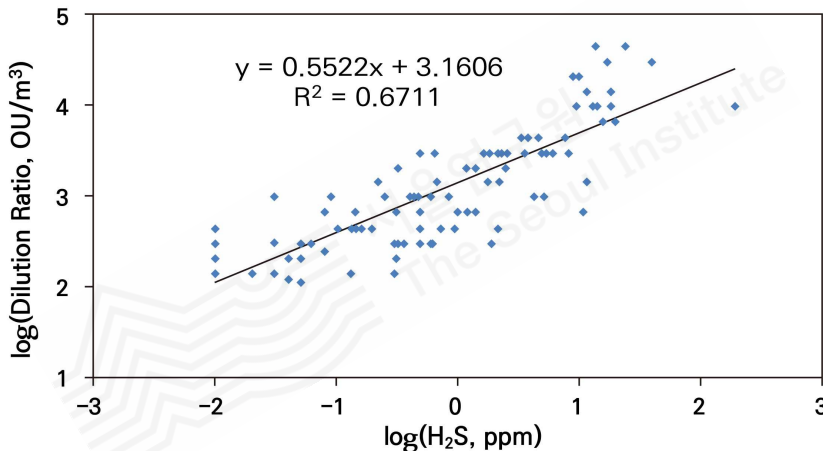
국내 48개 하수처리시설을 대상으로 복합악취농도, 황화수소의 농도를 분석하여 공정별 악취 배출특성을 파악하고 해당 시설의 효과적인 관리방안을 제시한 연구이다.

기존의 연구들은 대체로 악취의 발생정도를 확인하기 위해 복합악취 희석배수를 활용하였으나 해당 연구에서는 악취공정시험방법을 토대로 복합악취농도를 산출하였으며 개별 지정악취물질인 황화수소 농도와 복합악취의 농도 변화 간 인과성을 검증하였다.

하수처리시설은 처리단계에 따라 악취가 발생하는 특성이 상이하기 때문에 이에 부합하

는 처리 및 관리방안을 달리 적용할 필요성을 주장하였는데, 분석결과 48개 연구대상지의 공정별 복합악취농도를 살펴보면 슬러지 중력농축조의 복합악취농도가 5,291 OU/m³로 가장 높았으며 침사지가 223 OU/m³로 가장 낮게 나타나(중력농축조 → 슬러지저류조 → 최초침전지 → 슬러지 탈수기실 → 하수유입부 → 침사지 순) 공정별 대응방안의 차별화를 입증하였다.

복합악취농도에 큰 영향을 주는 것으로 알려진 황화수소의 농도를 살펴보면 중력농축지에서 6.23ppm이 검출되었으며, 슬러지 탈수기실에서는 0.63ppm이 검출되어 슬러지 처리시설과 최초 침전지가 다른 공정에 비해 황화수소의 농도가 높게 측정되었다. 복합악취농도와 황화수소 농도의 변화가 동일한 방향성을 갖는 것으로 분석되었다.



출처: 고병철 외, 2012, 복합악취농도와 황화수소 농도를 이용한 국내 하수처리시설의 악취발생 특성에 대한 연구, 『환경과학회지』, 제21권 11호, p1386.

[그림 2-1] 황화수소와 복합악취농도 회귀분석결과

회귀분석 결과, 황화수소농도는 복합악취농도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 황화수소의 농도가 상승하면 복합악취농도 역시 상승하며 분석 모델의 설명력이 67.1%로 나타나 분석모델의 신뢰타당성이 높게 측정되었다. 대체로 복합악취농도가 1단위 상승할 때 황화수소는 0.55배 정도 상승하는 것으로 해석할 수 있는데 달리 말하면 하수처리시설에서의 복합악취농도를 제어하기 위해서는 지정악취 물질인 황화수소의 배출을 저감하기 위한 시설의 처리효율을 증대하기 위한 노력이 필요할 것으로 판단된다.

(3) 공공환경시설에서 발생하는 악취물질 배출특성(서병량, 2013)

기존에 수행된 연구들은 대부분 악취실태조사를 토대로 배출특성을 파악하기 위한 목적에 주력하기 때문에 공정별 악취관리에 어려움이 있었다. 따라서 이를 극복하고자 처리공정별 악취발생 원인을 규명하고 악취배출특성을 토대로 저감시설의 효율적인 관리방안을 제시한 연구이다.

하수·분뇨·가축분뇨처리시설은 공통적으로 황화수소가 악취를 발생시키는 주요 물질로 조사되었다. 이는 고병철 외(2012)의 연구와 그 맥락을 함께 한다. 조사 결과, 하수처리시설의 공정별 악취발생 주요 공정은 전처리공정과 슬러지 처리공정으로 나타났으며 이를 좀 더 세분화 하면 저류조에서 폐기물 배출시 포기방식의 처리이동방식, 이송파이프 라인 외의 낙차의 차이가 악취를 발생시키는 주요 원인으로 지적되었다.

악취 방지시설은 흡수법, 흡착법, 생물탈취법이 활용되었으며 일부 조사시설에서는 두 가지 이상의 방지시설을 함께 활용하고 있는 것으로 나타났다. 흡수법은 주로 순환수의 교체과정에서 악취가 발생하는 것으로 나타났으며, 흡착법은 주로 활성탄을 사용하는데 악취물질의 수분을 제거하지 않아 악취처리효율이 낮고 활성탄의 교체주기에 의해 악취가 발생하는 등 악취발생의 원인은 주로 관리적 원인으로 나타났다.

이에 따라 공정별 시설의 운영관리방법을 개선한 결과 악취발생이 크게 감소하였다. 슬러지 분배실(하수)과 전처리공정(가축분뇨)으로 이송되는 파이프라인을 연장하여 낙차를 감소시킨 결과 복합악취와 황화수소 농도가 생슬러지에서 20~200배, 전처리공정에서 10~270배 감소한 것으로 나타났다. 또한 스크م 저류탱크(가축분뇨)의 덕트 유속(7배: 0.2m/s에서 1.5m/s)과 환기횟수(시간당 7.5회)를 증가시킨 결과 복합악취와 황화수소 농도가 각각 40배, 140배 감소하는 것으로 조사되었다. 그밖에 악취저감시설에서는 습식세정탑 순환수에 수산화나트륨을 주입하여 알칼리성을 유지할 경우 유입구에서 23.94ppm으로 측정된 황화수소가 0.02ppm로 줄어 효율이 99.9%로 증대됨을 확인하였다.

연구자는 분석결과를 토대로 2가지 정책적 시사점을 제시하였다. 첫째로 악취실태조사의 경우 고비용과 소요기간의 장기화로 인해 주기적인 측정이 불가하지만 예상되는 주요 악취물질만을 대상으로 주기적인 조사를 통해 악취발생 실태에 대해 명확한 정보가 구축되

어아함을 제시하였다. 둘째로 악취저감시설의 운영방법의 개선만으로도 악취를 효율적으로 관리할 수 있음을 제시하였다. 특히 순환수의 pH 개선이나 시설의 위치, 덕트의 유속 변경 등을 토대로 효율이 증대된 결과를 근거로 제시하였다.

[표 2-9] 하수처리시설 생물리지 분배실 개선 전·후 악취조사

성분	S-1시설 생물리지 분배실		
	개선 전	개선 후	처리효율(%)
복합악취 희석배수 Dilution Value	20,801배수	100배수	99.5
황화수소 Hydrogen Sulfide	270.57PPM	ND(Not detected)	100.0
메틸 머캅탄 Methyl Mercaptan	1.61PPM	ND(Not detected)	100.0
디메틸 황화합물 Dimethyl Sulfide	0.42PPM	ND(Not detected)	100.0
디메틸 이황화물 Dimethyl Disulfide	ND(Not detected)	ND(Not detected)	-

출처: 서병량, 2013, “공공환경시설에서 발생하는 악취물질 배출특성”, 금오공과대학교 환경공학과 박사학위논문, p143 인용.

(4) 물재생센터의 부지경계 및 시설별 악취발생 특성(차영섭 외, 2013)

물재생센터의 부지경계에서 지정악취물질 농도와 복합악취를 측정하여 처리공정 단계별 특성과 악취방지사설의 효율을 측정한 연구이다.

악취물질의 측정은 물재생센터를 기준으로 상업지구와 인접한 부지경계, 거주지역과 인접한 부지경계, 정화조 오수투입시설 부근 부지경계 등 총 3군데에서 진행하였고 그 결과 복합악취 희석배수는 배출허용기준인 15배수를 초과하는 경우가 없었으며(3~10배수) 지점별로는 정화조 오수투입시설 부근 부지경계에서의 복합악취가 상대적으로 높았다. 또한 18개 지정물질에 대해서도 배출허용기준을 초과하는 항목은 발견되지 않았다.

처리시설별로 복합악취를 측정한 결과 슬러지 처리시설과 정화조 투입시설, 건조 슬러지 적치장 등 폐기물 유입부에서 배출허용 기준을 초과하는 것으로 나타났지만 배출구에서는 복합악취 기준치 이내로 악취가 배출되어 악취저감시설에 의한 처리효율 증대로 민원

이 감소한 것으로 나타났다. 배출구 배출농도가 높은 처리시설은 슬러지 처리시설이므로 해당 시설의 악취방지시설의 처리효율을 높이는 것이 민원발생을 줄이는 방안이 될 것이다.

[표 2-10] 악취처리시설별 복합악취 및 처리효율

처리시설	장치타입	용량 (m³/min)	배출기준 (배수)	희석배수 (배수)		처리효율 (%)
				유입구	배출구	
오수처리	바이오 필터	1300	500배	208	67	67.8
		450		448	144	67.9
		300		300	45	85.0
		230		300	67	77.7
슬러지 처리	바이오 필터	1400		144	45	68.8
		250		208	45	78.4
		195		1,000	300	70.0
	활성탄	900		1,442	300	79.2
		800		1,000	448	55.2
		350		1,000	300	70.0
	생물 반응기	1200		100	45	55.0
정화조	생물 반응기	2000		3,000	208	93.1
건조 슬러지	자외선	1312		2,080	208	90.0

출처: 차영섭 외, 2013, 물재생센터의 부지경계 및 시설별 악취발생 특성, 보건환경연구원보, 제 49권, p140 인용.

2) 음식물자원화시설

(1) 음식물쓰레기 처리 설비로부터 발생되는 악취성분 분석 및 적정처리방안 연구(송복주 외, 2002)

송복주 외(2002)의 연구는 부산광역시 음식물쓰레기 처리 설비에서 발생 되는 악취성분 및 취기(기여도) 평가와 함께 바이오필터 사용에 의한 악취제거효율을 측정하여 악취관리 에 방향을 제시한 연구이다.

조사 결과 음식물쓰레기 처리시설에서 추출한 시료에서 총 61개 악취성분이 검출되었는데

국내에서 규제하는 8개 물질 중 6개가 검출되었으며 일본에서 규제하는 22개 물질 중 14개 물질이 검출되었다. 전체악취성분 중 기여도(취기)가 가장 높은 물질은 이소발레르알데히드(I-Valeraldehyde)였다. 규제물질 중에서는 메틸메르캅탄의 기여도가 가장 높았으며 황화수소, 아세트알데히드순으로 나타났다. 이것은 음식의 부패나 매립, 퇴비화과정에서 발생하는 악취보다 음식물 자체의 향과 숙성과정에서 나타나는 악취물질의 농도 및 취기가 높아 혼합취기가 대부분인 것으로 추정하였다.

분석결과 악취농도가 높은 물질은 알데히드류와 황화합물류로 두 물질의 기여도 총합은 99% 이상이다(알데히드: 92.5%, 황화합물류: 7.4%). 바이오필터(방지시설) 제거효율의 경우 알데히드류가 85.5%, 그다음은 황화합물류(59.5%), 알코올류(57.4%) 순으로 나타났다.

분석결과를 토대로 매립장이나 하수처리장과는 악취성질이 다름을 알수 있으며, 발생원에서의 악취물질이 대기환경보전법에서 규정하는 물질과 상이하기 때문에 향후 방지시설의 설계와 관라·운영 시 획일적인 관리에서 벗어나 악취물질에 맞는 탄력적인 관라·운영방안이 필요함을 주장하였다.

(2) 음식물 처리시설의 냄새특성(배주순 외, 2009)

배주순 외(2009)의 연구는 음식물처리시설의 공정별, 계절별 악취발생 원인물질을 파악하고 계산희석배수를 토대로 악취성분의 기여율과 악취처리 효율을 분석한 연구이다.

조사지역에서 질소계인 암모니아의 농도가 가장 높게 검출되었고, 아세트알데히드, 메틸메르캅탄, 황화수소 순으로 농도가 검출되었다. 이와 같은 검출결과는 유기질 비료제조시설의 악취배출특성과 유사하다.

대상시설의 계산희석배수를 검출한 결과 특정 공정에서 매우 높은 계산희석배수가 검출되었다. 단순농도에서는 암모니아의 농도가 가장 높게 검출되었으나 복합악취 희석배수를 토대로 산출된 악취기여도는 농도가 낮게 검출되었던 황화합물과 알데히드류로 판단되었다. 이는 악취물질의 농도가 복합악취의 정도와 부합하지 않는 결과로 연구결과를 토대로 배출되는 악취물질의 단순 농도만으로 악취저감 계획과 정책을 수립하기보다는 후각최소

농도 차이를 감안하여 기여율이 높은 물질을 제어할 수 있는 저감 계획을 수립해야 한다고 주장하였다.

[표 2-11] 공정별 검출 평균 계산희석배수

단위: ppb

악취물질	공정별					
	투입구	전처리	발효	후숙	방지 시설	부지 경계
황화수소	26.30	13.50	34.51	25.41	404.32	23.46
메틸메르캅탄	276.99	25.40	99.76	217.64	2419.20	41.84
디메틸황화합물	1.31	0.19	0.80	3.03	12.87	0.64
디메틸이황화물	2.96	0.31	0.58	3.79	8.86	1.96
이세트알데히드	72.40	27.44	33.11	59.09	479.48	26.04
프로피온알데히드	6.66	8.75	8.24	10.33	25.90	7.27
뷰틸알데히드	42.52	3.68	49.17	47.46	87.52	1.94
이소발레르알데히드	28.64	16.80	65.97	57.83	162.53	16.39
트라이메틸아민	2.07	1.46	2.96	2.61	3.41	1.42
암모니아(ppm)	2.21	0.87	5.26	9.86	4.57	1.06
총계	467.18	102.90	306.82	444.91	3635.97	124.11

출처: 배주순 외, 2008, 음식물처리시설의 냄새특성, 2008년도 한국냄새환경학회 춘계학술대회 논문집, p19의 내용을 가공 및 수정

(3) 음식물류 폐기물 처리시설에서의 악취발생 특성 및 관리방안(유승성 외, 2012)

유승성 외(2012)의 연구는 서울시 소재 음식물 쓰레기 사료화 시설을 대상으로 처리공정 상 발생하는 복합악취와 주요지정악취 물질을 조사분석하여 공정별 악취관리 방안을 가변적으로 적용해야 한다고 주장한 연구이다.

연구 결과, 부지경계선을 포함하는 총 4곳에서 복합악취 희석배수가 21배로 측정되어 허용기준치인 15배수를 초과하는 것으로 나타났다. 공정별로는 전처리시설인 파쇄선별 공정에서 평균 4,881배가 검출 되었고 건조 및 저장 단계를 거치면서 2,080배, 1,442배로 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 공정별 악취발생 원인은 크게 음식물 자체의 악취와 유기 분해과정가열과정에 의한 악취로 볼 수 있는데 이는 시설의 밀폐상태와 위생청결(청소)상태와 연관이 있는 것으로 추정하였다.

악취물질 기여도를 평가한 결과 투입저장시설 공정에서는 메틸머캅탄이 가장 높고(38%), 그다음은 아세트알데히드(23%) 였다. 파쇄, 선별시설에서도 메틸 머캅탄의 기여도(86%)가 월등히 높았으며 아세트알데히드가 7%로 뒤를 이었다.

악취를 효율적으로 관리하기 위해서는 먼저, 공정별로 발생하는 악취 확산 방지를 위해 밀폐된 환경에서 작업하거나 에어커튼을 활용할 필요가 있다고 주장하였다. 또한 내부를 음압으로 유지할 필요성을 주장하였는데 이와 같은 시사점은 악취저감장치 중심의 관리 방안 보다는 시설의 운영·관리 방법의 변경으로 하수처리시설을 대상으로 진행되었던 연구결과와 동일한 방향성을 보이고 있다.

3) 쓰레기 적환장

(1) 쓰레기 적환장의 악취발생특성(김은숙 외, 2012)

김은숙 외(2012)의 연구는 서울시 내 쓰레기 적환장 종류에 따른 복합악취농도와 주요 악취 물질의 악취 기여도를 토대로 정책적 시사점을 제시하였다.

연구 대상은 서울시내 소재 쓰레기 적환장 중 민원발생이 잦은 18개 지점을 선정하였다. 대상은 일반생활폐기물 처리시설 7개 지점, 재활용 처리시설 3개 지점, 음식물 쓰레기 적환장 8개 지점, 종합처리시설 1개 지점이었다.

[표 2-12] 적환장 종류별 악취 기여물질

쓰레기 적환장 종류	주요 악취 물질(기여도 순)	복합악취 (희석배수)
일반 쓰레기 처리시설	이소발레르알데히드 아세트알데히드	21배수
재활용 처리시설	뷰티르알데히드 아세트알데히드	30배수
음식물 처리시설	아세트알데히드 뷰티르알데히드	14배수

출처: 김은숙 외, 2012, 쓰레기적환장의 악취발생 특성, 「서울특별시 보건환경연구원보」, 제 49권, p112 수정후 인용

적환장의 기능과 종류와는 무관하게 주요 악취발생 원인물질은 주로 알데히드류로 나타났다. 부지경계에서의 복합악취가 기준치(악취방지법: 15배수)를 초과하는 시설은 대부

분 음식물 처리시설로 개방화된 처리시설과 시설 내 물고임 현상 등 관리 소홀에 의해 악취가 발생하는 것으로 조사되었다.

따라서 처리시설의 옥내화, 시설물의 밀폐, 국소배기, 청결상태 유지, 탈취제 사용 등 발생 원인과 물질에 맞는 악취저감 노력이 필요하다.

4) 정책연구

(1) 울산광역시 대기질 관리체계 구축방안 연구-악취관리를 중심으로(울산발전연구원, 2012)

울산의 지역특성을 고려한 악취저감을 위한 정책제시를 목표로 수행된 연구이다. 울산은 ‘울산미포국가산업단지’, ‘온산국가산업단지’ 주변을 악취관리지역으로 지정하여 악취를 관리하고 있으며 2005년 제정된 「울산광역시 악취의 엄격한 배출허용기준 조례」를 제정하여 복합악취와 지정악취물질에 대한 허용기준을 강화했음에도 악취관련 민원이 지속적으로 증가하고 있다.

[표 2-13] 울산광역시 연도별 악취관련 민원발생 현황

연도	총괄		규제대상 사업장 (악취배출시설설치)				비규제 대상 사업장				원인 불명
			악취관리 지역 내		악취관리 지역 밖		악취관리 지역 내		악취관리 지역 밖		
	민원 건수	피 민원 업소 수	민원 건수	피 민원 업소 수	민원 건수	피 민원 업소 수	민원 건수	피 민원 업소 수	민원 건수	피 민원 업소 수	민원 건수
2003	21	-	-	-	-	-			-	-	21
2004	31	-	-	-	-	-			-	-	31
2005	36	4	5	3	1	1			-	-	30
2006	13	9	5	4	5	5			1	-	2
2007	2	-	1	-	-	-			-	-	1
2008	21	8	4	4	3	1	1	1	3	2	10
2009	71	35	23	6	10	6	1	1	25	22	12
2010	73	20	41	8	5	5	-	-	-	7	18

출처: 손영규 외, 2012, 「울산광역시 대기질 관리체계 구축 방안 연구 - 악취대책을 중심으로」, p26 인용.

해외사례(일본, 독일)를 토대로 울산에 적용가능한 악취관리 방안으로 주기적인 악취배출 사업장 악취전수조사와 시민으로 구성된 악취 모니터링 요원운영, 실시간 대기 모니터링 시스템을 구축하고 이를 토대로 악취센서(무인악취감시 시스템) 도입의 필요성을 주장하였다.

악취 관련 정책이 사업장 악취관리 위주에서 생활공간형 악취관리로 확장되는 추세이지만 울산의 경우 발생 민원이 사업장에서 높게 발생하며 악취관리지역 밖에 대한 관심이 다소 적었기 때문에 향후에는 사업장 악취관리에 집중적인 관리가 필요하며 악취민원과 관리를 통합적으로 진행할 수 있는 체제 마련과 실시간 감시 시스템 구축이 필요함을 피력하였다.

(2) 악취 영향을 고려한 악취 관리 가이드라인 마련(한국환경정책·평가연구원, 2013)

국내의 악취 관련 민원 및 분쟁사례를 토대로 해외 악취 관련 법규, 가이드라인 등을 분석하여 사전 예방적 차원에서 악취를 효과적으로 관리하기 위한 가이드라인 구축을 목적으로 하는 연구이다.

악취민원은 지역과 입지시설 등에 따라 달리 발생하는 경향이 있다. 일본의 경우 과거에는 축산농업과 관련한 악취민원이 주류를 이루었으나 최근 음식·서비스업 분야의 민원이 발생하고 있다. 이와 같은 원인은 축산농업의 경우 암모니아나 저급지방산 등이 주요악취물질이며 검출이 용이하지만 음식·서비스업의 경우 단일악취물질이 아닌 복합악취가 주원인을 지적하고 있다.

해외 악취와 관련된 주요내용은 국내와 큰 차이점이 몇 가지 있는데 국내와 유사한 방식의 규제방식인 일본은 지정악취물질과 악취지수를 토대로 배출허용기준을 제시하고 있으며 지정악취물질의 농도보다는 악취지수가 더 현실적인 지표로서 인정되는 추세임을 강조하였다. 독일의 경우 최소이격거리에 관한 규정을 두고 있으며 용도구역에 맞는 한계수치를 설정하고 이를 배출허용기준으로 제시하고 있어 국내보다 더욱 엄격한 기준을 두고 있음을 지적하였다.

특히 일본에서 진행되고 있는 시설 부근에 악취저감을 목적으로 향기공원을 조성하는 등

시설 내·외부적으로 저감하기 위한 노력을 진행 중에 있으며 독일의 경우 악취를 측정하고 이를 규제하기 위한 정량적 모델이 구축되어있고 이를 토대로 민원대응을 하고 있어 향후 국내에 도입이 필요할 것으로 보고 있다.

이와 같은 사례를 토대로 국내 실정에 맞는 최소이격거리 또는 적정 완충공간 거리설정에 관한 후속 연구가 필요함을 피력하였다. 또한 악취지도를 작성하여 이를 토대로 도시기본 계획과 관리계획에 적절히 반영 되어야 할 제도적 변화를 주장하였다.

5) 문헌조사 소결

시설별 악취관리 관련 기존문헌을 고찰한 결과, 주요 악취물질은 다음과 같이 정리된다. 물재생센터는 황화수소, 음식물자원화시설은 메틸메르캅탄과 암모니아, 쓰레기적환장은 알데하이드류(뷰틸알데히드, 아세트알데히드)로 나타났다. 거의 대부분의 시설에서 악취 방지법에서 정하고 있는 배출기준을 초과하지 않았으나 민원이 지속적으로 발생하고 있고 일부 연구에서는 오히려 민원이 증가하는 것으로 조사되었기 때문에 현재보다 배출기준을 강화할 필요성이 있다.

일반적으로 시설의 종류를 막론하고 전처리 과정과 슬러지 적치시설에서 악취농도가 높게 나타났으며 일부 시설에서는 산물의 후숙과정에서 악취관리가 양호하지 않아 악취물질의 농도와 복합악취가 높게 배출되어 이를 해결하기 위한 노력이 필요할 것으로 나타났다.

대부분의 연구들은 악취저감을 위해서 크게 3가지 사항을 지적한다. 첫째, 현재 설치되어 있는 악취저감장치의 운용방안을 개선할 경우 악취제거 효율이 증대되어 악취를 효율적으로 관리할 수 있다는 것이다. 둘째, 악취실태를 파악하기 위한 모니터링(측정) 비용이 높으므로 시설의 특정, 주요 발생 악취물질만큼이라도 지속적인 모니터링이 필요하다는 것이다. 마지막으로, 현재의 배출기준 보다 엄격한 배출기준의 도입이 필요함을 주장하였다. 따라서 악취관리 방안은 시설의 운영관리 측면, 모니터링 측면으로 나누어 살펴볼 필요가 있는 것이다. [표 2-14]는 연구들이 제시하고 있는 정책적 시사점을 정리한 것이다.

[표 2-14] 연구별 제시된 악취관리 방안

연구명	제언 내용
서울시 물재생센터 부지경계 장기 악취조사를 통한 처리시설 개선	- 악취 실태조사(측정) 시 계절, 대기상태반영 필요 - 악취저감장치와 폐기물처리장치의 운영방법 개선으로도 악취 효율 상승
복합악취농도와 황화수소 농도를 이용한 국내 하수처리시설의 악취발생 특성에 대한 연구	- 하수처리시설에서 발생하는 지정악취물질중 황화수소의 농도가 높고 복합악취에 정(+)의 영향을 줌 - 공정별로 복합악취 및 황화수소 농도가 높은 시설의 특정 악취 관리 방안 필요
공공환경시설에서 발생하는 악취물질 배출특성	- 악취배출에 대한 명확한 정보구축을 위해 장기적인 악취측정 자료가 필요하나 소요비용과 시간상 불가능하기 때문에 예상되는 주요악취물질만을 측정하여 구축할 필요 있음 - 악취저감 장치의 운영방법 개선만으로도 악취효율 상승
물재생센터의 부지경계 및 시설별 악취발생 특성	- 공정상 복합악취 또는 지정악취물질 농도가 높은 시설에 대해 처리효율을 증대 할 수 있는 방안 모색 필요
음식물쓰레기 처리 설비로부터 발생하는 악취성분 분석 및 적정처리방안 연구	- 발생원에서의 악취물질이 개별법에서 규정하는 물질과 상이하기 때문에 향후 방지시설의 설계와 관리·운영 시 악취물질에 맞는 탄력적인 관리·운영방안이 필요
음식물처리시설의 냄새특성	- 악취저감 대책은 단순농도가 아닌 후각최소농도를 감안하여 기여율이 높은 특정물질을 제어할 수 있는 계획이어야 함
음식물류폐기물 처리시설에서의 악취발생 특성 및 관리방안	- 악취저감장치 중심의 관리방안 보다는 시설의 운영관리 변경으로도 효율적인 악취관리가 가능함을 주장하였다.
쓰레기 적환장의 악취발생 특성	- 시설 내 설비마다 각기 다른 악취물질농도와 복합악취가 발생 - 처리설비 주변 물고임 현상 등 관리 소홀에 의해 악취가 발생하므로 이에 맞는 관리 방안 필요

4_시설 및 민원현황

서울시 소재 공공환경시설과 인접지역의 특성을 확인하기 위해 기존 문헌을 토대로 시설의 개괄적 현황, 악취 측정조사 내용 등을 분석하였으며 서울시에서 제공한 민원발생의 지리적·내용적 특성을 분석하였다.

1) 물재생센터

서울시 하수(서울시 인접 경기도 일부지역 포함)를 처리하기 위한 물재생센터는 총 4개소이며 이 중 3개소는 서울시 소재이고 1개소는 경기도 고양시에 위치한다. 서울 물재생센

터는 서울특별시 25개 자치구와 경기도 5개시의 하수를 처리한다. 4개 시설의 총 최대시설용량은 1일 최대 581만 m^3 이며 평균적으로 442만 m^3 을 처리해 가동률은 76.1%이다. 유입되는 하수의 평균 생화학적 산소요구량(Biochemical Oxygen Demand, BOD)는 133.8mg/ℓ이며 방류수의 BOD는 6.4mg/ℓ로 하수 처리율은 95.2%이다. 각 시설의 개요는 [표 2-15]과 같이 나타낼 수 있다.

[표 2-15] 서울시 물재생센터 개요

구분		계	중랑재생센터	난지재생센터	탄천재생센터 (위탁)	서남재생센터 (위탁)
하수	시설용량 (만 m^3 /일)	581	171	100	110	200
	처리량 (만 m^3 /일)	442	135	62	79	166
오니	시설용량 (kℓ/일)	10,500	4,000	4,500	-	2,000
	처리량 (kℓ/일)	10,882	3,639	4,412	-	2,831
BOD(mg/ℓ)		유입→ 방류	160.0→7.2	125.4→6.8	127.9→4.3	121.8→7.1
슬러지 처리 (톤/일)	계	1,496	467	259	295	475
	고형화	821	263	115	116	327
	건조	용량	400	200	200	-
		처리	359	189	170	-
	소각	용량	300	150	-	150
		처리	261	133	-	128
	직매립	47	15	10	2	20
	재활용	8	-	1	7	-

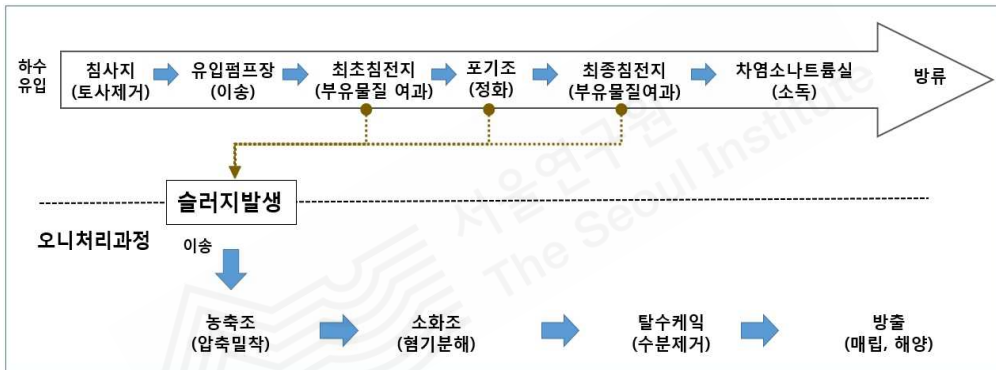
출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료

(1) 처리공정

물재생센터의 처리공정은 크게 두 가지로 나누어 살펴볼 수 있다. 첫째는 유입된 오수를 재사용이 가능하게 정화하여 방류시키는 하수처리과정이며, 둘째는 하수처리과정에서 발생한 슬러지를 건조하여 매립(해양매립 포함)하거나 연료로 재사용 가능하게 하는 슬러지 처리과정이다.

하수처리 과정은 최초 침사지에서 밀도가 높은 물질을 가라앉혀 걸러낸 후 최초침전지를 거쳐 BOD를 낮추고 부유물질농도(Suspended Solids, SS)를 제거(BOD 26%, SS 47%)한다. 그 후 포기조에서 6시간 정도 공기와 미생물을 활성·번식시켜 유기물질을 분해하며 최종침전지에서 포기된 하수를 체류시켜 상부의 맑은 물만을 방류 시킨다.

슬러지처리 과정은 하수처리시설의 최초·최종침전지에서 발생된 슬러지를 농축조에서 밀착·농축시키고 이를 소화조로 이동시켜 유기물을 이용해 혐기성 상태에서 분해 감량화 과정을 거친 후 탈수과정을 통해 슬러지의 수분함량을 10% 수준으로 건조하여 화력발전소 연료로 공급하게 된다. 이때 소화조에서 분해되지 않은 찌꺼기는 야적장에서 적치 후 외부로 방출하게 된다. 하수처리 과정을 종합하면 [그림 2-2]과 같이 나타낼 수 있다.



[그림 2-2] 하수 슬러지 처리과정

(2) 악취측정조사

○ 부지경계 복합악취

기존 문헌에서 제시되었던 연구결과를 토대로 해당 시점의 물재생센터 평균 복합악취 희석배수는 [표 2-16]과 같다. 측정결과 복합악취는 기온과 계절에 영향을 받을 것이라는 일반적인 통념과는 달리 영향력을 받지 않는 것으로 확인되었다. 2005년부터 2007년까지 총 10회 측정되는 동안 서남물재생센터의 평균 복합악취가 3.9배로 가장 낮았으며 중랑물재생센터가 7.6배로 가장 높았다. 그러나 모든 물재생센터의 복합악취는 배출기준인 15배수를 초과하지 않았음에도 2005년과 2006년 발생한 민원이 총 57회(중랑 25회, 난

지 2회, 탄천 21회, 서남 9회)나 발생하였기 때문에 이를 해결하기 위한 노력이 필요할 것으로 보인다.

[표 2-16] 물재생센터별 평균 복합악취

단위: 희석배수

년도	측정일자	평균기온 (°C)	종량	난지	탄천	서남
2005	8월	29.3	7.4	4.7	3.4	4.7
	10월	19.0	4.2	5.1	6.4	4.2
	12월	-0.3	6.4	3.8	3.5	3.5
2006	2월	5.4	6.7	3.6	3.5	3.9
	4월	14.3	8.4	3.8	4.7	3.4
	6월	25.8	9.3	3.9	3.4	3.4
	8월	28.5	8.7	3.4	3.0	3.0
	10월	20.5	9.3	7.4	3.4	5.1
	12월	7.6	7.6	6.4	3.9	3.4
2007	2월	9.0	7.6	5.8	6.1	5.1
평균			7.6	4.8	4.1	3.9

출처: 김정웅, 2007, “서울시 물재생센터 부지경계 장기 악취조사를 통한 처리시설 개선”, 서울시립대 산업대학원 석사학위논문, 내용을 가공 및 수정

종량물재생센터의 2005년부터 2007년까지 측정된 평균 복합악취는 7.6배수이었으며 시기별로 2005년 10월이 평균 4.2배수로 가장 낮았으며, 2006년 6월과 10월이 평균 9.3배수로 가장 높았다. 위치별로 복합악취가 가장 높은 부지경계지점은 방류동지점으로 평균 희석배수는 8.9배수였으며 가장 낮은 희석배수는 침사지 부근으로 6.6배수에 해당했다. 방류동 지점 부근은 약 90m의 유폍으로 지방하천이 흐르고 있으며 약 100m 정도 공원이 설치되어 있어 악취의 영향을 다소 적게 받을 수 있는 위치이다. 반면 희석배수가 가장 낮았던 침사지 부근은 지하철 역사와 자동차 도장·판금 공장이 다수 위치하고 있어 공장에서 발생하는 악취와 하수처리장에서 발생하는 악취가 복합적으로 작용하고 있다. 역사 주변의 일반상업지구는 상주인구의 유동이 많기 때문에 방류동지점에 비해 악취 관련 민원이 발생할 가능성이 높다. 이는 토양탈취상 부근 역시 마찬가지이다. 토양탈취상 부근은 준주거지역으로 용답초등학교와 아파트가 위치해 기후적인 요인에 의해 악취민원이 집

중적으로 발생할 수 있는 지점이다.

난지물재생센터의 2005년부터 2007년까지 평균 복합악취는 평균 4.8배수이었으며, 시기별로 2006년 8월이 평균 3.4배수로 가장 낮고, 2006년 10월이 평균 7.4배수로 가장 높았다. 위치별로 복합악취가 가장 높은 부지경계지점은 정화조분뇨 투입구지점으로 평균 희석배수는 5.5배수였으며 가장 낮은 희석배수는 방류동 부근으로 3.8배수로 조사되었다. 부근에 주거단지와 상업시설이 없기 때문에 악취관련 민원이 다른 물재생센터에 비해 현격히 낮은 지역에 해당한다.

탄천물재생센터의 2005년부터 2007년까지 평균 복합악취는 4.1배수였으며 시기별로 2006년 8월이 평균 3배수로 가장 낮고, 2005년 10월이 평균 6.4배수로 가장 높았다. 위치별로 복합악취가 가장 높은 부지경계지점은 소화조부근으로 평균 희석배수는 4.6배수였으며 가장 낮은 희석배수는 공원화 상부 부근으로 3.4배수로 조사되었다. 특정부지경계 부근에서 복합악취가 높게 나는 것을 제외하고는 복합악취 희석배수가 높지 않지만 인접지역이 주거지역으로 민원이 매해 지속적으로 발생하였다.

서남물재생센터는 2005년부터 2007년까지 복합악취가 3.9배로 가장 낮게 나타났다. 시기별로 2006년 10월과 2007년 2월이 평균 5.1배수로 가장 높았으며, 2006년 8월이 3배수로 가장 낮은 것으로 조사되었다. 위치별로는 슬러지처리시설이 밀집된 벽산아파트 방향의 복합악취가 5배수로 가장 높게 측정되었으며 대규모 주거단지가 밀집한 서쪽방향에서는 상대적으로 복합악취가 낮게 측정되었다.

○ 공정별 지정악취물질

2곳의 물재생센터를 대상으로 공정별 지정악취물질의 배출상태를 조사하였다. 대체로 모든 공정에서 황화합물이 배출기준을 초과하였으며 특히 황화수소가 일부 공정에서 기준치의 120배를 초과하게 배출하는 것으로 조사되었다. 특히 토양탈취상이나 침전지와 같이 유속이 느려지고 혐기성을 보이는 공정에서 황화합물이 기준치 이상으로 배출되는 것으로 확인되었다. 이밖에도 아세트알데히드 역시 전 공정에서 기준치를 초과하게 악취물질이 배출되는 것으로 조사되었다. 공정별 지정악취물질은 [표 2-17]과 같다.

[표 2-17] 공정별 지정악취물질 배출조사

단위: ppb

단위	암모니아 (ppm)	황화수소	메틸 메르캅탄	황화 메틸	이황화 메틸	트리 메탈아민	스틸렌	아세트 알데히드
배출 기준	1	20	2	10	9	5	400	5
침사지	0.1	7.2	2.0	2.6	0.6	0.3	0.2	17.8
침전지	0.5	172.0	30.0	7.0	3.0	0.5	6.6	15.5
포기조	0.2	2.0	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	5.5
협잡물 아적장	0.2	101.2	48.5	48.9	0.4	0.0	0.0	9.5
농축조	0.1	103.3	81.2	13.8	13.8	0.5	1.0	14.0
토양 탈취상	0.1	2,516.4	0.3	1.6	1.6	0.5	0.0	9.5
탈수기	0.6	281.9	0.0	0.2	0.2	0.5	0.0	12.0
공정 평균	0.26	454.86	23.14	10.87	3.09	0.33	1.11	11.97

출처: 김정웅, 2007, “서울시 물재생센터 부지강계 장기 악취조사를 통한 처리시설 개선”, 서울시립대 산업대학원 석사학위논문, 내용을 가공 및 수정

중량물재생센터는 공정별 지정악취물질 조사결과 황화수소를 비롯한 황화합물의 지정악취물질 배출기준을 초과하게 나타나는 것으로 조사되었다. 특히 황화수소의 경우 대부분의 공정에서 배출기준을 초과하였으며 특히 토양탈취상 공정에서 251배를 초과하게 배출되고 있어 특정물질을 집중적으로 관리할 필요가 있는 것으로 조사되었다.

탄천물재생센터의 경우 침전지와 탈수기 등 농축조에서 암모니아 및 황화합물이 배출기준을 초과하여 배출되었다. 황화수소의 경우 초침에서 기준의 31배를 초과하여 배출되었으며 메틸메르캅탄의 경우 가압부상 농축조에서 81배를 초과하게 배출되었다. 중량물재생센터와 마찬가지로 슬러지처리공정에서의 황화합물을 제어하기 위한 방안이 필요한 것으로 나타났다.

(3) 악취방지시설

물재생센터는 발생하는 악취를 저감하고 탈취를 목적으로 밀폐, 포기산화, 바이오필터 방식을 활용하는 것으로 조사되었다. 유속이 낮은 침사지는 FRP(Fiber-Reinforced Plastic) 덮개를 활용하여 악취의 확산을 방지하고 있으며 포기산화 방식을 통해 발생하는 악취를

제어하고 있었다. 일부 물재생센터의 경우 토양탈취 및 바이오필터를 활용하여 악취를 제어하는 것으로 조사되었다. [표 2-18]은 물재생센터에서 활용하고 있는 탈취방식을 정리한 것이다.

[표 2-18] 물재생센터별 악취방지시설 현황

물재생센터		하수처리			슬러지처리		
		침사지	침전지	포기조	농축기	탈수기	야적장
중량	1처리장	FRP덮개	전체개방	전체개방	FRP덮개	건물동	개방
	2처리장	바이오필터					
	3처리장	FRP덮개	FRP덮개	일부개방	밀폐시설, 바이오필터		
	4처리장	FRP덮개	FRP덮개	일부개방			
	탈취방식	포기산화	포기산화	-	토양탈취	바이오필터	-
난지	1처리장	돔형 덮개	막덮개	전체개방	FRP덮개	건물동	밀폐
	2처리장						
	탈취방식	바이오필터	포기산화	-	포기산화	바이오필터	바이오필터
탄천	1처리장	콘크리트 및 FRP덮개					
	2처리장						
	탈취방식	바이오필터	포기산화	-	바이오필터		
서남	1처리장	돔형 덮개	막덮개	투명덮개	FRP덮개	건물동	밀폐
	2처리장	FRP덮개					
	탈취방식	바이오필터 포기산화	포기산화	-	토양탈취	토양탈취	바이오필터

출처: 김정웅, 2007, “서울시 물재생센터 부지강제 장기 악취조사를 통한 처리시설 개선”, 서울시립대 산업대학원 석사학위논문, p66 인용

2) 음식물자원화센터

서울지역 내 음식물쓰레기를 처리하기 위한 시설은 총 5개소로 1,360톤/일을 처리할 수 있는 용량규모를 갖추고 있으며, 최종적으로는 재활용하는 방식에 따라 사료화시설, 퇴비화시설, 에너지화시설로 구분 지을 수 있다. 총 13개 구청의 일평균 1,060톤/일 음식물쓰레기를 처리하며 56톤의 사료와 25톤의 퇴비, 12,360kWh 에너지를 생산한다. 총 처리율은 처리량 대비 77.9%에 해당한다. 이와 관련한 내용은 [표 2-19]와 같다.

시설의 위치는 강동음식물처리시설과 서대문음식물자원화시설을 제외하고는 모두 300m

이내에 주거지가 인접하고 있으며 송파음식물처리시설과 동대문음식물자원화시설 주변에는 지하철 역사가 있어 유동인구가 높은 지역에 해당한다. 강동음식물처리시설은 700m 이내에 주거지가 있고 서대문음식물처리시설의 경우도 주거지와 1km 정도 거리가 이격되어 타 시설에 비해 민원 발생이 낮을 것으로 보인다.

[표 2-19] 음식물자원화시설 개요

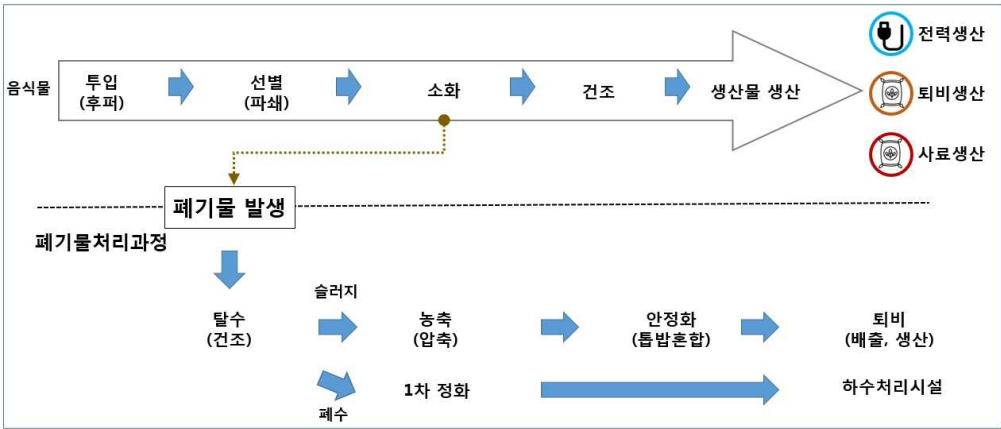
내용	사료화			퇴비화	에너지화
	강동 (위탁)	도봉 (구 직영)	송파 (위탁)	서대문 (위탁)	동대문자원화시설 (위탁)
준공일	2000년 5월	2001년 9월	2012년 3월	1999년 3월	2010년 12월
건설비	45억 원(민자)	135억 원	415억 원(민자)	50억 원(민자)	619.6억 원
반입 지역	7개구	1개구	4개구	5개구	1개구
처리 용량	360톤/일	150톤/일	450톤/일	300톤/일	100톤/일
처리량	300톤/일	110톤/일	300톤/일	250톤/일	100톤/일
처리율	83%	73%	67%	83%	100%
생산물	사료 30톤/일	사료 12톤/일	사료 24톤/일	퇴비 25톤/일	전력 12,360kWh
운영 방식	민간위탁	구 직영	민간위탁	민간위탁	민간위탁

출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료

(1) 처리과정

음식물쓰레기 처리공정은 자원화 과정과 폐기물 처리 과정으로 나누어 살펴볼 수 있다. 먼저 시설로 반입된 음식물 쓰레기는 호퍼로 투입되어 선별과정을 거치게 되며, 선별이 완료된 음식물쓰레기는 저장탱크로 옮겨져 자원화 형태에 맞게 숙성단계를 거치게 되어 생산물을 만들어 낸다.

이 과정에서 소화되지 않은 폐기물은 탈수과정을 거쳐 슬러지와 폐수로 분리하게 된다. 폐수는 자체 정화처리 후 중량물재생센터로 반송되며, 슬러지는 톱밥과 혼합하여 고속발효 및 교반시스템을 통해 안정화 단계를 거치게 되고 퇴비로서 활용 배출된다. 이와 같은 과정은 [그림 2-3]과 같이 도식화 할 수 있다.



[그림 2-3] 음식물 쓰레기 처리공정도

(2) 악취측정조사

○ 복합악취 측정

서울시 소재 사료화시설과 에너지화 시설의 공정별, 부지경계에서 발생하는 복합악취를 측정한 결과는 [표 2-20]와 같다. 사료화 시설의 경우 공정별 배출구에서 복합악취 배출 기준을 2.8~9배 초과한 복합악취가 배출되고 있었다. 반면 에너지화 시설의 경우 공정별 배출구에서 복합악취발생이 배출기준에 비해 현격이 낮게 측정되었다. 그러나 부지경계에서 측정된 복합악취는 두 시설 모두 기준치(15배수)를 초과하여 배출하고 있었다.

[표 2-20] 시설별 복합악취 측정결과

단위: 회석배수		
측정지점(배출 허용기준)	사료화 시설:송파 (2011년 5~10월 측정)	에너지화 시설:동대문 (2010년 12월, 2011년 4월 측정)
투입구(500)	1,442	20
파쇄선별(500)	4,481	(미측정)
협잡물 저장탱크(500)	(미측정)	22
소화조(500)	2,080	(미측정)
배출구 평균	2,668	21
부지경계(15)	21	18

출처: 유승성 외, 2012, 음식물류폐기물, 처리시설에서의 악취발생특성, 「환경영향평가」, 제 21권 3호, p359,
김기현 외, 2011, 「도심지내 대규모 악취배출원 관리방안 연구」, p31-32의 내용을 가공 및 수정

○ 지정악취물질 측정

사료화 시설과 에너지화 시설의 공정별 지정악취물질 측정결과는 [표 2-21]과 같다. 대체로 전 공정에서 메틸메르캡탄과 아세트알데히드가 기준치 이상으로 배출됨을 확인하였다. 부분적으로는 황화메틸과 이황화메틸, 이소발레르알데히드 등 주로 황화합물과 알데히드류의 악취물질 저감을 위한 방안이 모색되어야 할 것으로 보인다. 공정별로는 파쇄선별공정에서 대부분의 지정악취물질이 기준치 이상으로 배출되고 있었으며 투입구 지점과 건조공정에서 메틸메르캡탄과 아세트알데히드가 기준치 이상으로 배출되고 있다. 메틸메르캡탄의 경우 파쇄공정과 건조공정에서 각각 기준치의 177배, 35배를 초과하게 배출되어 각 공정별로 해당 악취물질의 저감을 위한 노력이 병행되어야 할 것으로 보인다.

[표 2-21] 공정별 지정악취물질 측정결과

단위: ppb

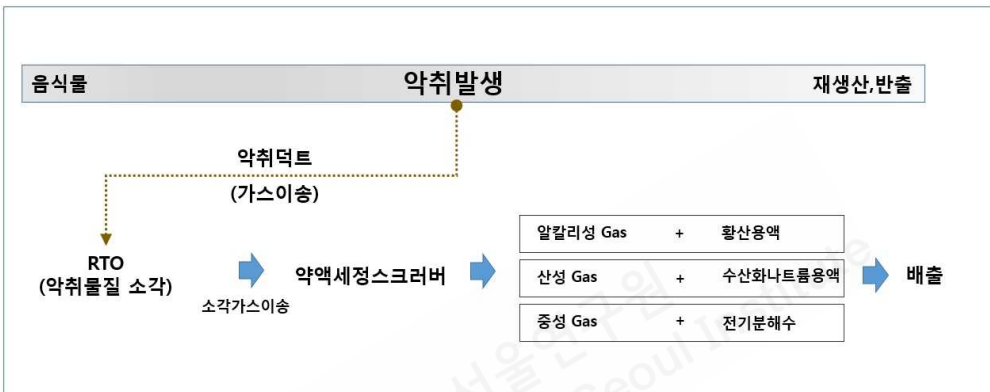
악취물질	배출 기준	투입구	파쇄 선별	협잡물 저장탱크	건조	부지경계
암모니아(ppm)	1	0.43	1.19	0.47	0.36	0.15
황화수소	20	9.69	34.00	1.23	6.00	0.18
메틸 메르캡탄	2	5.09	354.00	0.18	70.00	0.15
황화메틸	10	0.28	36.00	0.60	-	0.11
이황화메틸	9	4.11	86.00	28.17	2.00	0.07
아세트 알데히드	50	78.05	276.00	7.88	118.00	6.99
프로피온 알데히드	50	4.17	6.00	1.34	8.00	1.05
뷰틸 알데히드	29	3.86	29.00	0.81	11.00	0.89
이소발레르 알데히드	3	1.32	48.00	0.56	6.00	0.61
발레르 알데히드	9	1.25	5.00	0.26	-	0.49

출처: 유승성 외, 2012, 음식물류폐기물, 처리시설에서의 악취발생특성, 「환경영향평가」 제 21권 3호, p359,

김기현 외, 2011, 「도심지내 대규모 악취배출원 관리방안 연구」, p31-32. 의 내용을 가공 및 수정

(3) 악취방지시설

음식물자원화시설은 크게 2가지 악취방지 시설을 활용하는 것으로 조사되었다. 우선 처리 과정에서 발생하는 부산물과 악취물질을 소각하기 위한 방식으로 RTO(Regenerative Thermal Oxidizer)방식을 활용하여 악취물질을 산화분해 후 산화된 공기를 약액세정법을 활용한 약액세정스크러버를 통해 알칼리성, 산성, 중성 가스를 처리하게 된다. 이와 같은 방식을 도식화하면 [그림 2-4]와 같이 표현된다.



[그림 2-4] 음식물자원화시설 악취처리과정

3) 쓰레기 적환장

쓰레기 적환장은 주거지역에서 수거된 다양한 폐기물(음식물쓰레기, 일반생활쓰레기, 재활용품)을 처리·매립하기 이전에 선별·파쇄하거나 단순히 보관을 목적으로 운영되는 시설로 서울시에 총 65개소가 위치하고 있다. 현재는 집하장이라는 용어로도 사용되고 있으며 용도구역상 상업지역과 주거지역에 위치하는 경우와 함께 개방된 상태에서 작업이 진행되거나 적치되어 민원이 지속되어 왔다. 최근 민원발생을 감소시키기 위해 적환장을 폐쇄하거나 자원순환센터와 같이 비교적 규모가 큰 시설에서 적환장의 기능을 대신하는 경우도 있는 것으로 조사되었다. [표 2-22]는 적환장시설과 관련한 사항을 종합적으로 나타낸 것이다.

[표 2-22] 적환장 개요

자치구 (개소)	시설명	면적 (1천㎡)	반입폐기물	용도 구역	악취저감방법
종로구 (3)	창신동적환장	1.65	재활용, 가로청소(폐)	주거	분사
	평창동적환장	0.99	일반 ¹⁾	주거	
	도내동적환장	-	일반, 가내수공업(폐)	녹지	-
중구 (2)	자원재활용처리장	4.18	일반, 음식물, 재활용	상업	바이오·활성탄· 분사
	대행업체차고지1	1.95	음식물, 가내수공업(폐)	상업	탈취제
용산구 (5)	서빙고압축장	1.25	일반, 음식물	주거	탈취제·분사· 액상
	한강기업적환장	0.40	일반	상업	분사·액상
	이촌차고지	1.22	일반, 재활용품, 가로청소(폐)	주거	분사
	원효대교집하장	-	일반, 가전(폐)	녹지	-
	더좋은세상	3.48	일부 소량폐기물	주거	-
성동구 (4)	송정동적환장	2.64	일반, 매트리스(폐)	주거	분무
	송정동대행적환장	0.50	일반, 가내수공업(폐)	주거	-
	음식물적환장	5.31	음식물	주거	-
	성동구차고지	16.92	가로청소(폐), 가전(폐)	주거	-
광진구 (2)	송정동적환장	2.64	일반, 연탄재, 가내수공업(폐)	주거	분무
	임시적환장	3.82	일반, 가로청소(폐),	주거	-
동대문 구 (2)	환경자원센터	9.29	일반, 음식물, 재활용, 가전(폐)	주거	활성탄
	휘경동 차고지	5.87	일부 소량폐기물	녹지	-
종랑구 (2)	면목동적환장	9.18	음식물, 연탄재, 가로청소(폐)	주거	탈취제
	자원재활용센터	4.95	일반, 재활용	녹지	집진기·바이오· 활성탄
성북구 (5)	월곡적환장	1.49	일반, 음식물, 재활용	주거	분무
	석관적환장	1.55	일반, 음식물	주거	탈취제
	장위적환장	1.72	일반, 음식물, 재활용	주거	활성탄
	대형파쇄장	0.36	일반	주거	-
	정릉차고지	0.72	일부 소량폐기물	주거	-
강북구 (2)	오현적환장	3.54	일반, 연탄재, 가로청소(폐)	주거	분사
	강북재활용선별장	-	가전(폐), 매트리스(폐)	주거	액상
도봉구 (3)	도봉구적환장	1.22	일반, 연탄재, 가내수공업(폐)	녹지	액상
	대형폐기물	2.31	일반, 매트리스(폐)	녹지	-
	음식물처리장차고지	2.20	가전(폐)	녹지	-

[표 2-22 계속] 적환장 개요

자치구 (개소)	시설명	면적 (1천㎡)	반입폐기물	용도 구역	악취저감방법
노원구 (4)	대형업체적환장1	4.16	일반, 연탄재, 가내수공업(폐)	녹지	-
	대형업체적환장2	0.39	일반, 연탄재, 가내수공업(폐)	녹지	-
	공릉동집하장	1.29	일반, 가정(폐)	주거	액상·탈취제
	상계동집하장	0.44	일부 소형폐기물	주거	-
은평구 (3)	은평구적환장	2.00	일반, 음식물	녹지	-
	재활용선별장	4.86	일반	녹지	-
	직영차고지	6.20	가로청소(폐)	녹지	-
서대문구 (3)	서부환경적환장	1.28	일반, 연탄재, 가로청소(폐)	주거	탈취제
	대형폐기물집하장	1.40	일반	계획	-
	직영차고지	-	가전(폐)	주거	-
마포구 (1)	상암차고지	18.95	일반, 재활용, 연탄재, 가로청소(폐)	녹지	-
양천구 (1)	양천구쿨린센터	18.04	일반, 음식물, 재활용, 연탄재	녹지	분사
강서구 (6)	직영적환장	13.40	일반, 가로청소(폐), 가전(폐)	주거	-
	강서산업적환장	1.12	일반, 음식물, 연탄재	주거	-
	경우실업적환장	1.82	일반, 음식물, 연탄재	주거	-
	경청환경적환장	1.74	일반, 음식물, 연탄재	주거	-
	신원그린적환장	1.12	일반, 음식물, 연탄재	주거	-
	청해물산적환장	1.12	일반, 음식물, 연탄재	녹지	-
구로구 (4)	원진환경적환장	1.19	일반, 음식물	녹지	탈취제
	삼진환경적환장	1.36	일반, 음식물	녹지	탈취제
	동아환경적환장	0.22	일반, 음식물	공업	탈취제
	직영집하장	3.30	가전(폐), 가로청소(폐)	녹지	-
금천구 (1)	자원재활용처리장	9.12	일반, 음식물, 재활용, 가로청소(폐), 가전(폐)	공업	분무
영등포구 (1)	자원순환센터	24.43	일반, 음식물, 재활용, 가로청소(폐), 가전(폐)	녹지	분무
동작구 (5)	보라매적환장	3.51	일반	주거	탈취제·집진시설
	흑석적환장	1.68	일반	주거	탈취제
	환경지원센터	8.41	음식물, 재활용	주거	탈취제
	흑석집하장	1.63	재활용품, 가전(폐)	주거	-
	대방차고지	4.16	일반, 가로청소(폐)	주거	-

[표 2-22 계속] 적환장 개요

자치구 (개소)	시설명	면적 (1천㎡)	반입폐기물	용도 구역	악취저감방법
관악구 (1)	관악클린센터	8.78	일반, 음식물, 재활용, 가로청소(폐), 가전(폐)	주거	-
서초구 (1)	청소종합시설	15.33	일반, 음식물, 재활용	녹지	탈취제
강남구 (2)	임시적환장	3.60	일반, 가로청소(폐)	녹지	탈취제
	환경자원센터	19.30	일반, 음식물, 재활용	녹지	-
송파구 (1)	자원순환공원	35.70	일반, 가로청소(폐), 가전(폐)	상업	활성탄
강동구 (1)	강동구적환장	10.50	일반, 가로청소(폐)	녹지	활성탄, 가설건물
25개구	65개소	315.3	일반, 음식물, 재활용, 가로청소, 가전, 연탄재, 일부 소형폐기물 등	주거 상업 녹지 공업	분사, 분무, 역상, 활성탄, 바이오필터, 집진시설, 가설건물

주: 일반 = 생활쓰레기

출처: 서울연구원, 2015, 생활폐기물 적환장 및 환경미화원 휴게실 개선방안(Ⅰ): 적환장, p.26~50의 내용을 수정후 인용

적환장은 대부분 주거지(53.8%)에 위치하며, 상업지에는 6.2%가 위치하여 민원이 발생할 가능성이 높은 시설이다. 특히 녹지지역에 위치하고 있는 23개소 역시 주거지역 내 협소하게 조성된 녹지에 위치하므로 적환장에서 발생할 수 있는 악취에 대한 피해를 경감시키는 어려움이 따를 수 있다. 특히 악취로 인한 민원발생이 높을 것으로 예상되는 음식물 쓰레기 적환시설 25개소 중 15개(60%) 시설이 주거·상업지역에 위치하기 때문에 악취저감을 위한 노력이 필요하다. 다만 적환장의 규모나 기능에 따라 일부 시설은 상시 운영되지 않거나 집하·보관 기간이 짧은 경우가 있는 반면 노지 상태의 개활지에서 작업을 진행하여 악취 관리가 어려운 문제가 있는 등 다양한 면이 상존하고 있어 시설의 기능 및 운영시간, 악취오염원 등에 맞는 차별적 관리방안이 필요할 것으로 보인다.

(1) 보관 및 이송과정

적환장은 일반적으로 수거된 폐기물을 처리시설로 이송하기 위해 집하하는 곳으로 별도의

처리공정을 거치지 않는다. 다만 대형 적환장의 경우 재활용품의 선별이나 일반·음식물쓰레기를 파쇄 하는 등 이송을 용이하게 하고, 다음을 위한 준비 작업이 진행되는 경우가 있다. 적환장에서 발생하는 악취는 반입 시부터 발생하게 되며 선별이나 파쇄 단계를 거치면서 악취의 취기가 강해지고 보관과정에서 가장 강한 취기를 보이게 된다. 특히 보관과정에서 폐기물이 혐기성물질과 함께 숙성되어 취기가 강하게 나타난다. 선별·보관과정을 거친 폐기물은 대형폐기물 이송차량에 적환되어 배출되는데 이때 적환과정과 차량의 출입 시 작업환경과 운송차량의 밀폐여부가 악취발생 및 민원과 높은 관련성을 보인다. 처리과정은 [그림 2-5]와 같다.



[그림 2-5] 적환장의 폐기물 보관 및 이송과정

(2) 악취측정조사

전재식 외(2013)의 연구에서 제시된 서울시 소재 19개 적환시설(일반쓰레기 적환장 7개 지점, 재활용 적환장 3개 지점, 음식물쓰레기 적환장 8개 지점, 종합시설 1개 지점)의 부지 경계에서 측정한 복합악취와 지정악취물질의 평균값과 악취농도지수(Odor Quotient)³⁾는 [표 2-23]과 같다.

³⁾ Odor Quotient = 측정농도 / 감지농도

[표 2-23] 서울시 소재 적환장 악취측정조사 결과

단위: ppb

악취물질	감각 최소농도	일반쓰레기		재활용		음식물쓰레기	
		평균	악취지수 (지수)	평균	악취지수 (지수)	평균	악취지수 (지수)
복합악취	-	21(평균 회석배수)		30(평균 회석배수)		14(평균 회석배수)	
암모니아	0.1	0.28	2.80	0.23	2.31	0.11	1.14
황화수소	0.5	0.51	1.01	-	0	0.5	1
메틸 메르캅탄	0.1	-	0	-	0	0.38	3.75
이황화 메틸	0.3	0.27	0.88	0.23	0.75	-	0
아세트 알데히드	2.0	12.47	6.23	34.13	17.06	10.19	5.09
뷰틸 알데히드	0.3	-	0	8.09	26.95	1.29	4.30
이소 발레르 알데히드	0.2	4.91	24.53	-	0	-	0
톨루엔	900	13.12	0.01	11.11	0.01	-	0
자일렌	41	18.21	0.44	14.80	0.36	-	0

출처: 전재식 외, 2013, 적환장에서 발생하는 악취분포 특성에 관한 연구, 한국환경보건학회지, 제 39권 5호, p.422 인용

조사결과에 의하면 6개 시설의 부지경계에서 복합악취 기준치를 초과하여 악취가 배출되고 있었으며 평균적으로 일반쓰레기를 주로 반입하는 시설의 경우 21배수로 나타났고 재활용 폐기물을 주로 반입하는 시설이 30배수로 가장 높게 배출되었다. 지정악취물질은 배출기준을 초과하여 배출되지 않았으나 황화합물의 경우 지수가 2배, 뷰틸 알데히드의 경우 89배, 이소발레르알데히드는 122배 높게 배출되고 있었다.

음식물쓰레기를 다루는 적환장의 복합악취가 높을 것으로 예상되었으나 조사결과 3가지 시설 분류 중 복합악취의 평균 수치가 가장 낮게 나타났다. 전재식 외(2013)는 이와 같은 결과가 음식물을 반입·반출하는 과정에서 신속하게 폐기물을 적치, 반출하였기 때문으로 보고 있다. 다만 폐기물 특성상 음식물 폐기물의 경우 기온·습도와 같은 기후적 영향을 상대적으로 많이 받을 수 있기 때문에 작업장소와 환경에 세심한 관심을 기울일 필요가

있음을 지적하였다.

(3) 악취방지시설

적환장에서 활용하는 악취저감방법은 보통 악액이나 고품 탈취제와 같이 악취를 상쇄시키는 물질을 활용하는 방법과 발생하는 악취를 집진설비를 이용하여 가스포집 후 바이오 필터나 활성탄으로 여과하는 방식, 악취가 확산되지 않게 가설건물을 활용하는 방식 등 3가지로 구분이 가능하다.

적환장에서는 반입되는 폐기물과 악취의 발생정도에 따라 다양한 악취저감장치를 활용하고 있었으며 자원화센터와 같은 대규모 처리시설 내 적환시설의 경우 2~3가지 이상의 저감장치와 설비를 활용하여 악취를 관리하고 있었다. 그러나 전체 65개 시설 중 악취저감장치나 설비를 운용하지 않는 시설이 절반정도인 33개 시설(전체 시설 중 약 51%)로 나타났다. 이 중 20개 시설(저감장치 미운용 시설 중 약 60.6%)은 주거용지에 위치하고 있어 민원이 집중적으로 발생할 가능성이 높으므로 악취관리를 위한 저감장치와 시설의 설치가 우선적으로 진행되어야 할 것으로 보인다.

4) 공공환경시설 민원현황

기존 문헌(김정웅, 2013)에 조사된 바에 의하면 2006년부터 2011년까지 환경기초시설을 대상으로 발생한 악취관련 민원은 총 2,005건으로 증감을 반복하다 2011년 급증하였으며 이 중 이 연구에서 정의하고 있는 공공환경시설인 하수처리시설, 음식물 처리시설, 쓰레기 적환시설을 대상으로 발생한 민원은 465건으로 조사되었다. 하수를 내용으로 발생한 악취민원은 235건이었으며 음식물은 211건, 쓰레기 적환은 19건으로 하수·음식물 처리시설에 민원이 집중되어 있는 실정이다. 특히 환경기초시설 관련 민원 비율은 41%에 육박하고 있어 서울시 소재 하수처리시설과 음식물 처리 및 적환시설의 악취관리 방안이 필요할 것으로 예상된다([표 2-24]).

[표 2-24] 전국 환경기초시설 민원내용별 악취민원발생 추이

단위: 건수

민원 내용	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
하수	43	20	34	41	55	42
분뇨 및 가축	9	5	30	12	10	6
음식물	43	33	31	24	16	64
폐수	0	11	47	13	17	5
폐기물소각	5	3	12	5	7	3
쓰레기 적환	3	3	4	3	3	3
폐기물 매립	24	34	71	33	46	1,052
기타 폐기물	0	1	12	18	22	27
합계	127	110	241	149	176	1,202
하수+음식물+적환	70.1%	50.9%	28.6%	45.6%	42.0%	9.1%

출처: 서병량, 2013, 공공환경시설에서 발생하는 악취물질 배출특성, 금오공과대학교 박사학위논문, p24의 내용을 수정 및 가공

서울시에서 제공한 내부조사 자료에 의하면 최근 3년간(2010~2012년) 악취 관련 민원발생 건수는 총 693건(2010년 197건, 2011년 253건, 2012년 243건)이었으며 그중 공공환경시설을 대상 악취민원은 22건 이었다. 시설별로는 물재생센터가 18회로 가장 많았으며 적환장과 음식물처리시설이 각각 2회로 나타났다([표 2-25]). 계절별로는 겨울에 해당하는 11~1월에는 민원이 발생하지 않았으며 8, 9월에 집중적으로 발생하여 일부 기후의 영향을 받고 있는 것으로 추정할 수 있다.

전체 민원의 72%는 서남물재생센터에서 발생하였는데 현장 확인결과 명확한 악취원인을 발견하지 못했으며, 기존문헌에서도 복합악취측정결과 배출기준을 초과하지 않는 시설에 해당했다. 주 민원내용은 분뇨 냄새, 하수 찌는 냄새, 간장달이는 냄새로 확인되어 슬러지 처리시설과 보관 및 이송에 과정에서 문제가 있을 것으로 추정된다.

민원결과에 따른 행정조치사항은 대부분 민원 대책수립을 발생당사자에게 요구하거나 행정적 계도였다. 특히 악취가 집중적으로 발생한 서남물재생센터는 슬러지 처리시설의 상황을 실시간으로 점검할 수 있는 원격감시체계(Tele-Monitoring System, TMS)의 설치를 요구하였는데 이와 같은 조치는 악취관련 민원을 해결하기 위한 간접적 방안으로 민원을 경감시키기는 큰 역할을 하기가 어려울 것으로 판단된다.

[표 2-25] 서울시 공공환경시설 악취관련 민원발생 내용

연도	자치구	업종	사업장명	민원 수	조치내용	민원요인
2010	도봉구	폐기물 보관처리	임시보관적환장	1	행정지도	악취
2010	성동구	하수처리	중량물재생센터	1	업주 면담, 계도	단순 민원
2010	강서구	하수처리	서남물재생센터	9	악취민원대책 수립 요청 악취원 발견불가	부지경계 악취 주변지역악취
2010	은평구	폐기물 수집운반	명한종합환경	1	위법사항 미 발견	사업장 악취
2011	강남구	하수처리	탄천물재생센터	1	-	악취 파업으로 인한 침출수 유입
2011	강서구	하수처리	서남물재생센터	2	슬러지 소각시설에 TMS설치 요구 악취원 발견불가	부지경계 악취 주변지역악취
2012	송파구	음식물처리	송파자원화	2	환경개선이행	음식물부패악취
2012	강서구	하수처리	서남물재생센터	5	슬러지 소각시설에 TMS설치 요구 악취원 발견불가	부지경계 악취 주변지역악취
3년간	8개구		8개 사업장	22회		

출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료

5_현황조사 소결

1) 선행연구 결과

공공환경시설을 대상으로 한 연구들은 세부적인 시설별로 분석의 방법과 내용이 서로 상이하나 공통적으로는 시설의 관리운영방안과 악취저감시설 운용방법 개선, 배출기준의 강화, 주기적인 모니터링을 제언하고 있다.

먼저, 시설 관리운영방안을 살펴보면 시설에서 발생하는 악취는 크게 처리과정을 거치면서 발생하는 악취와 시설 내부에서 폐기물의 운반·이송·배출 시 오염물질에 의한 악취로

구분지을 수 있다. 보통 폐기물 운송차량이나 이송장치는 폐기물에 의해 항상 오염이 될 가능성이 있고 여기서 발생하는 악취가 폐기물 처리공정상에서 발생하는 악취와 함께 복합적으로 나타나는 경우가 많다. 이때 악취를 저감할 목적으로 차량이나 이송장치를 세척 하는데 세척 후 발생한 오수를 적절히 처리하지 않아 물고임 현상이 발생하여 악취의 취기를 높이게 된다. 따라서 시설의 청결 상태를 유지하기 위해서 일정주기 혹은 상시 청소와 세척이 이루어져야 한다.

둘째, 악취저감시설의 운용방법을 현재에 비해 달리 적용할 필요가 있다. 악취저감시설 역시 반입되는 폐기물의 종류와 처리공정에 따라 상이하지만 크게는 처리공정에서 발생하는 악취를 생물화학적 방식으로 처리하는 시설과 악취의 확산을 방지하는 시설로 구분할 수 있다. 생물화학적 방식의 탈취방식은 무엇보다도 주요악취물질의 제거 효율이 높아야 하며 가스의 포집량을 늘리거나 흡기 및 환기의 횟수를 증대시키는 운영방식의 변화가 필요하다. 또한 반입·투입·야적이 이루어지는 내부시설의 환경은 지붕이나 에어컨트과 같이 확산을 막아주는 시설과 장치를 통해 밀폐화가 반드시 필요할 것으로 보인다.

마지막으로 연구들이 제시하고 있는 악취실태 조사의 결과는 특정시설의 특정 공정을 제외하면 대체로 현행 악취배출 기준을 만족하는 것으로 조사되었다. 반면 지속적인 민원발생과 민원의 증가추이는 시설의 운영 지속성을 저해할 뿐 아니라 공공환경시설이라는 본래의 기능 수행에도 부합하지 않기 때문에 강화된 기준을 토대로 이를 충족시킬 대책 수립이 필요할 것이다. 또한 발생하는 특정물질만이라도 주기적인 모니터링을 통해 악취방지 대책 수립이 필요하다.

2) 현황조사 결과

시설종류별로 나타난 악취 배출 문제는 대체로 시설의 밀폐화, 청결상태와 관련이 높다. 우선 물재생센터의 경우 처리공정상 전처리 과정인 침사지와 유속이 낮아지는 침전지, 분뇨정화조 투입조, 슬러지 처리시설이 주 악취배출원으로 조사되었다. 특히 선행연구에서 측정된 바와 같이 가장 높은 악취가 발생하는 슬러지 처리시설은 밀폐화가 이루어지지 않았으며 개방된 공간에서 분뇨정화조 폐기물이 투입되거나, 슬러지를 야적하는 등의 문제가 있는 것으로 나타났다. 따라서 향후 이러한 주요악취발생시설의 밀폐화를 통해 악취

의 확산을 방지할 필요성이 있다.

음식물자원화시설의 경우 대체로 건물 내부에서 대부분의 공정이 이루어지는 반면 지속적으로 악취물질이 외부로 확산되어 민원이 발생하는 것으로 조사되었다. 특히 폐기물의 운반이송장치가 청결하게 유지되지 못해 악취가 발생하며, 여기에 처리공정상에서 발생한 악취가 복합작용을 일으키는 것으로 보인다. 따라서 시설의 청결상태 유지가 악취방지를 위한 필수요소이다.

적환장은 전체 65개소 중 39개 시설(60%)이 주거·상업지역에 위치하여 민원이 발생할 가능성이 높은 시설인데 반해 절반에 못 미치는 32개 시설만이 악취를 저감하기 위한 시설 및 장비를 활용하는 것으로 나타나고 있다. 또한 시설의 위치 특성상 개활지나 개방화된 시설에서 처리작업이 진행되는 것으로 조사되었다. 이에 따라 계절적, 기후적 요인에 의해 악취확산이 가속화될 가능성이 있다. 따라서 시설의 밀폐화를 통해 악취확산을 방지하는 것이 무엇보다 중요하며 시설의 청결유지를 통해 발생하는 악취의 발생원을 차단할 필요가 있다.

민원발생에 따른 후속조치인 행정지도가 현재 발생하는 악취를 저감하기 위한 현실적 방안이라 보기 어렵기 때문에 주기적인 모니터링과 행정지도가 강화될 필요가 있다.

03

공공환경시설의 악취발생특성 분석

1_악취배출 농도분석

2_복합악취 배출기준 강화를 위한 현행 제도 분석

03 | 공공환경시설의 악취발생특성 분석

1_악취배출 농도분석

해당 절에서는 공공환경시설(물재생센터, 폐기물처리시설, 음식물자원화시설, 재활용선별처리시설, 적환장, 기타시설)을 분석하여 악취발생 현황을 살펴보았다. 이 자료는 서울시에서 매년 측정하는 내부 자료로 최근 5년간 시설별·분기별 데이터를 가공 수정하였다.

1) 공공환경시설의 악취농도 현황

(1) 부지경계에서의 복합악취농도

전체 공공시설 복합악취(부지경계)의 악취농도(2011~2015년)는 평균 7.75배수로 분석되어, 기준치(15배수)를 만족하였다.

공공환경시설의 복합악취발생추이를 연도별로 살펴보면 악취농도가 2011년에서 2015년으로 갈수록 높아지고 있음을 알 수 있다. 이것은 악취가 높게 배출되었기 때문이기 보다는 최근 악취배출농도에 많은 관심이 집중되어 보다 정확하고, 많은 횟수의 측정이 이루어진 결과라고 판단된다. 음식물쓰레기자원화시설의 경우를 살펴보면 복합악취농도는 평균 5.85배수이고 2015년 악취농도는 13.49배수로 나타나 기준치(15배수)를 만족하고 있으나 과거에 비해 악취농도가 급격하게 증가하고 있음을 알 수 있다. 하수처리시설의 경우 악취농도는 평균 12.29배수로 기준치는 만족하고 있으나 2015년의 악취농도는 17.41배수로 나타나 기준치(15배수)를 상회하고 있다. 따라서 악취관리 강화가 필요하다. 이를 종합하면 [표 3-1], [그림 3-1]과 같다.

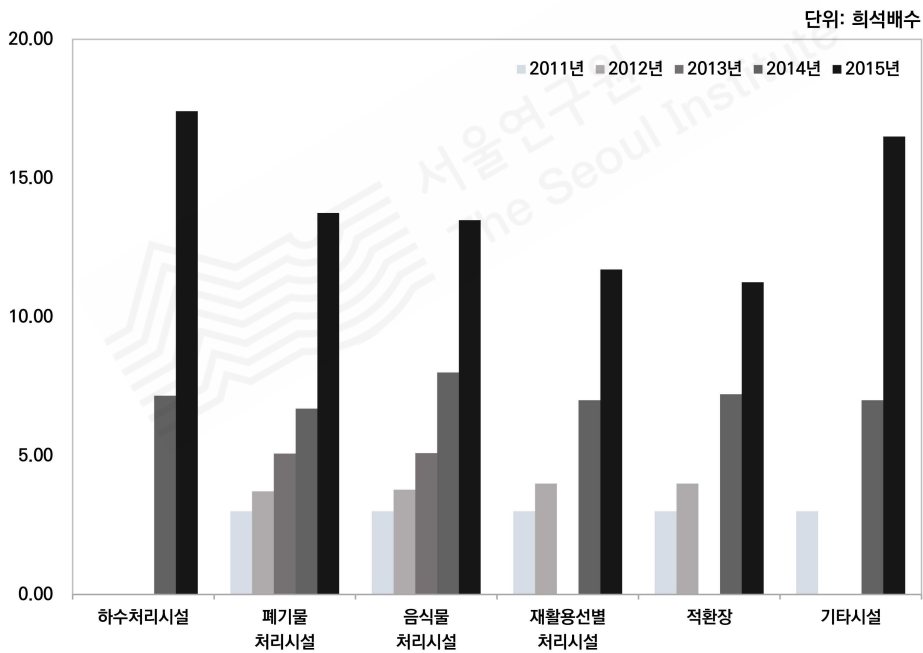
복합악취의 농도가 대체적으로 기준치를 만족하고 있는 것과는 반대로 악취에 대한 민원은 지속적으로 발생하고 있다. 이것은 서울의 경우 시민들의 의식수준이 높아 악취에 대한 우려가 나타난 것이라 판단된다. 따라서 악취기준을 강화하여 주거지역에 위치한 공공환경시설에 대해 악취관리가 강화되어야 함을 말해주고 있다.

[표 3-1] 시설군별 부지경계 측정 복합악취 배출추이

단위: 희석배수

시설종류	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	시설별 평균
하수처리시설				7.16	17.41	12.29
폐기물처리시설	3.00	3.72	5.08	6.70	13.75	4.99
음식물자원화시설	3.00	3.78	5.10	8.00	13.49	5.85
재활용선별처리시설	3.00	4.00	-	7.00	11.71	8.79
적환장	3.00	4.00	-	7.22	11.25	8.89
기타시설	3.00		-	7.00	16.50	11.25
연도별 평균	3.00	3.82	5.09	7.22	12.64	7.75

출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료

**[그림 3-1]** 시설군별 부지경계 측정 복합악취 배출추이

(2) 배출구지점의 악취농도

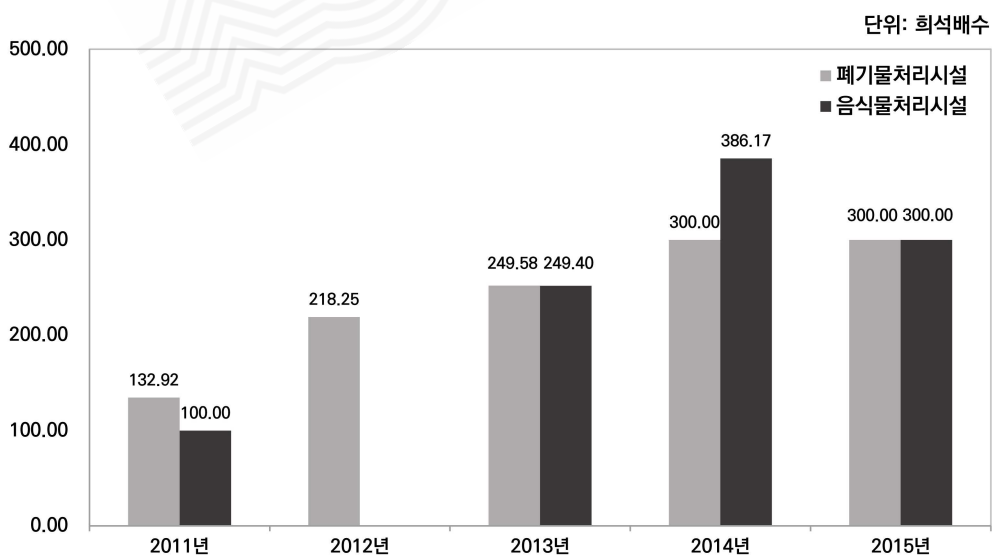
2011년부터 2015년까지의 폐기물처리시설, 음식물처리시설에서 각각 측정한 복합악취(배출구)의 희석배수는 전체 평균 238.54배수로 나타났다. 시설별로는 폐기물처리시설이 218.73배수, 음식물처리시설이 318.62배수로 음식물처리시설이 폐기물처리시설에 비해 희석배수가 다소 높게 나타났으나 기준치인 500배수에는 크게 못 미치고 있다. 하지만 2014년 음식물처리시설의 경우 측정농도가 386.17배수로 평년보다 다소 높게 나타나고 있으며 매년 점차 증가하는 추세이다([표 3-2], [그림 3-2]).

[표 3-2] 시설군별 배출구 측정 복합악취 배출추이

단위: 희석배수

시설종류	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	시설별 평균
폐기물 처리시설	132.92	218.25	249.58	300.00	300.00	218.73
음식물 처리시설	100.00	-	249.40	386.17	300.00	319.62
연도별 평균	130.56	218.25	249.55	347.00	300.00	238.54

출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료



[그림 3-2] 시설군별 배출구 측정 복합악취 배출추이

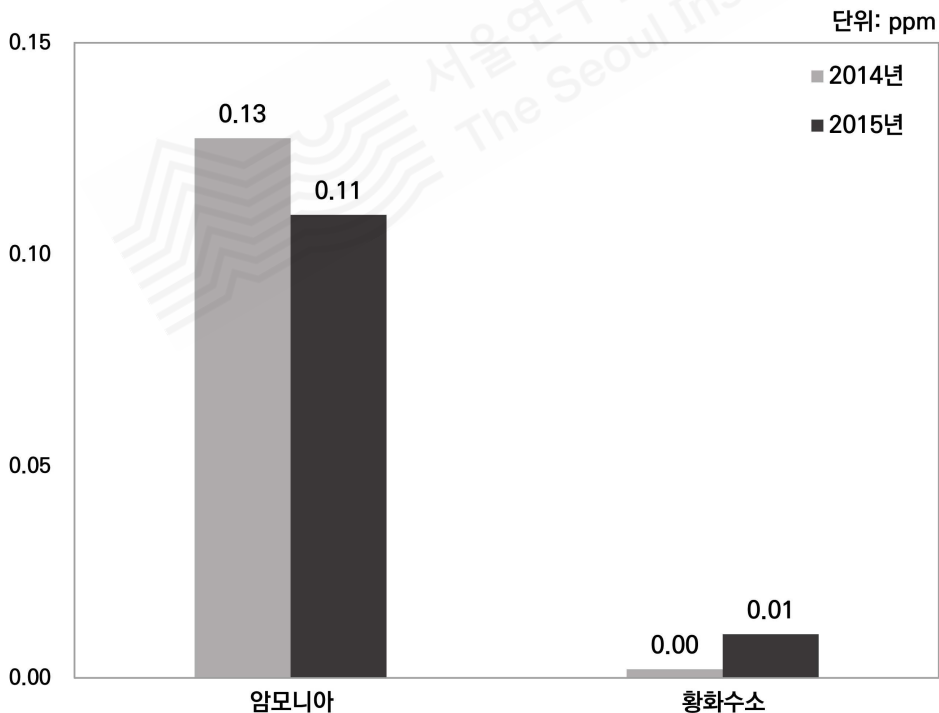
(3) 지정악취물질 배출농도

지정악취물질은 공공환경시설 중에서 하수처리장에서만 측정하였으며 총 22종류의 지정 악취물질 중 암모니아와 황화수소에 대해서 살펴보았다. 암모니아는 0.12ppm으로 나타나서 기준치(1.00ppm)에 크게 못 미치고 있는 것으로 나타났고, 황화수소 또한 4.34ppb로 기준치(20.00ppm)보다 크게 낮게 나타났다. 다만 황화수소의 경우 2015년 8.90ppb로 2014년에 비해 배출농도가 크게 증가한 것으로 나타났다([표 3-3], [그림 3-3]).

[표 3-3] 하수처리시설 지정악취물질

측정된 지정물질	2014년	2015년	평균	기준값
암모니아(ppm)	0.13	0.11	0.12	1.00ppm
황화수소(ppb)	1.00	8.90	4.34	20.00ppb

출처: 서서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료



[그림 3-3] 하수처리시설 지정악취물질(ppm)

2) 시설별·분기별 악취농도 현황

(1) 복합악취(부지경계)

환경시설의 분기별 복합악취(부지경계)의 농도를 보이는 [표 3-4]를 살펴보겠다. 2011년에서 2014년까지는 최소 3.0배수부터 최대 10.0배수로 나타나 악취 배출기준치인 15배수를 만족하고 있다. 하지만 2015년 3, 4분기에는 최소 12.79배부터 최대 30배까지 나타나 기준치를 초과하고 있다. 또한 최근 공공환경시설의 배출 악취농도가 크게 높아졌고 증가 추세에 있다고 판단된다. 특히 2015년 4분기에 하수처리시설의 악취농도는 30배수를 나타내어 기준치의 2배에 달하고 있다.

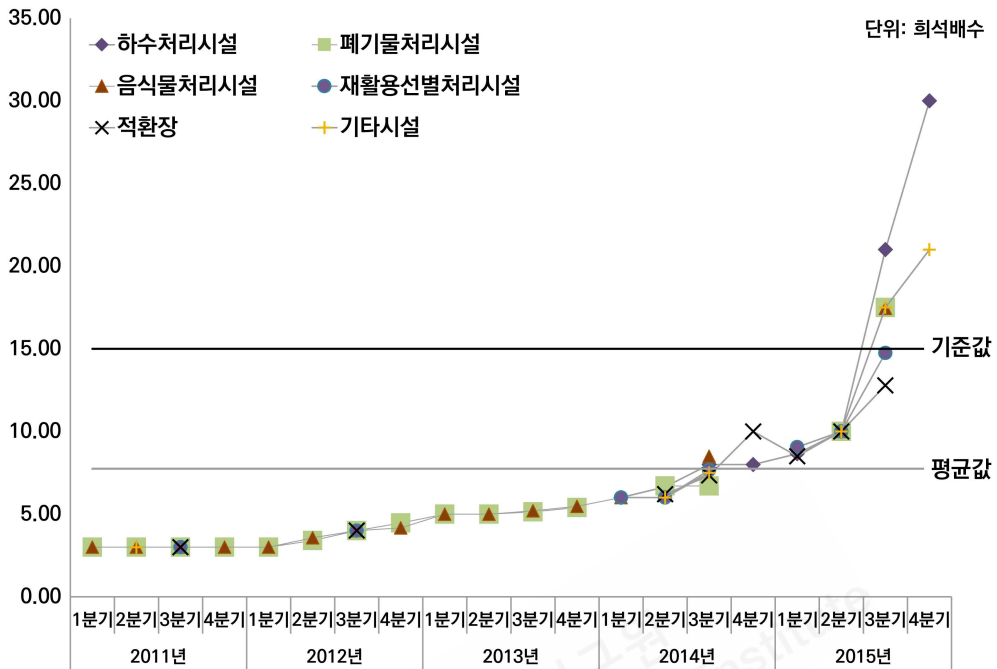
[표 3-4] 공공환경시설의 분기별 복합악취(부지경계) 농도

단위: 화석배수

시설		하수 처리시설	폐기물 처리시설	음식물 처리시설	재활용선별 처리시설	적환장	기타시설
2011년	1분기	-	3.00	3.00	-	-	-
	2분기	-	3.00	3.00	-	-	3.00
	3분기	-	3.00	3.00	3.00	3.00	-
	4분기	-	3.00	3.00	-	-	-
2012년	1분기	-	3.00	3.00	-	-	-
	2분기	-	3.40	3.57	-	-	-
	3분기	-	4.00	4.00	4.00	4.00	-
	4분기	-	4.47	4.17	-	-	-
2013년	1분기	-	5.00	5.00	-	-	-
	2분기	-	5.00	5.00	-	-	-
	3분기	-	5.13	5.20	-	-	-
	4분기	-	5.40	5.47	-	-	-
2014년	1분기	6.00	-	6.00	6.00	-	-
	2분기	6.65	6.70	-	6.00	6.20	6.00
	3분기	8.00	6.70	8.50	7.67	7.34	7.5
	4분기	8.00	-	-	-	10.00	-
2015년	1분기	8.65	-	9.05	9.05	8.50	-
	2분기	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	3분기	21.00	17.50	17.45	14.75	12.79	17.5
	4분기	30.00	-	-	-	-	21.00

주: 기준값(15.00), 평균값(7.75)

출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료



[그림 3-4] 공공처리시설별 복합악취(부지경계)

(2) 복합악취(배출구)

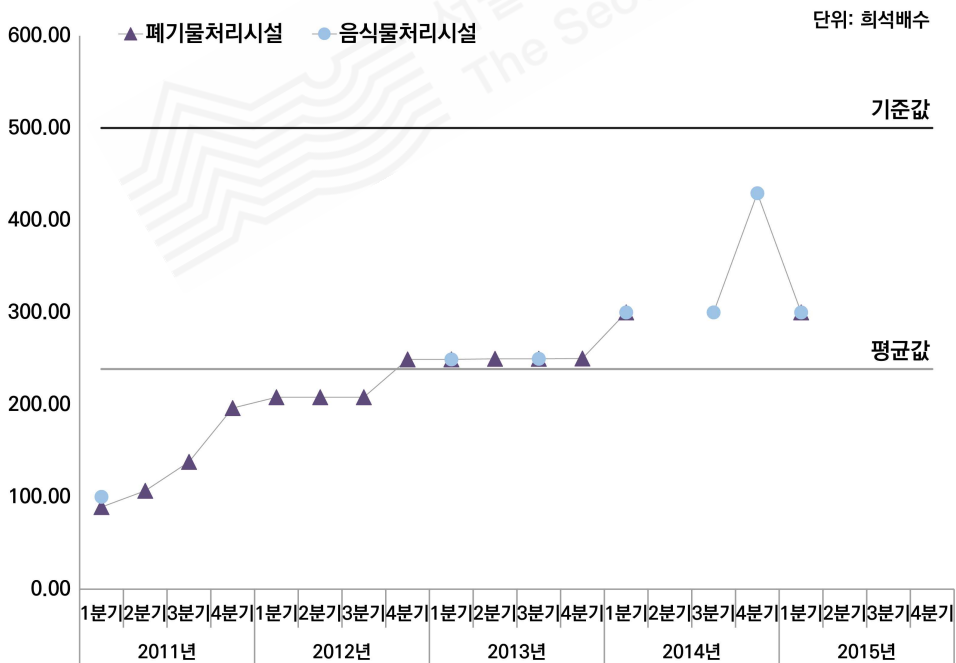
폐기물과 음식물처리시설 배출구에서 복합악취의 경우 전체 평균치는 238.54배수로 모두 기준치인 500배수 이하로 나타나서 배출허용기준을 만족하고 있음을 알 수 있다. 다만 2014년 4분기 음식물처리시설 악취농도는 429.5배수로 기준치는 만족하였지만 급격히 증가하는 양상을 보였다. 배출구에서 측정된 복합악취측정치는 [표 3-5], [그림 3-5]와 같다.

[표 3-5] 공공환경시설의 분기별 복합약취(배출구) 농도

단위: 희석배수

시설종류	2011년				2012년			
	1분기	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기
폐기물처리시설	88.97	106.67	138.00	196.33	208.00	208.00	208.00	249.00
음식물처리시설	100.00	-	-	-	-	-	-	-
시설종류	2013년				2014년			
	1분기	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기
폐기물처리시설	249.00	249.80	249.80	250.00	300.00	-	-	-
음식물처리시설	249.00	-	249.80	-	300.00	-	300.00	429.25
시설종류	2015년				기준값 : 500.00 평균값 : 238.54			
	1분기	2분기	3분기	4분기				
폐기물처리시설	300.00	-	-	-				
음식물처리시설	300.00	-	-	-				

출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료



[그림 3-5] 공공시설별 복합약취(배출구)

2) 세부시설별 악취농도 현황

(1) 물재생센터별 복합악취(부지경계)

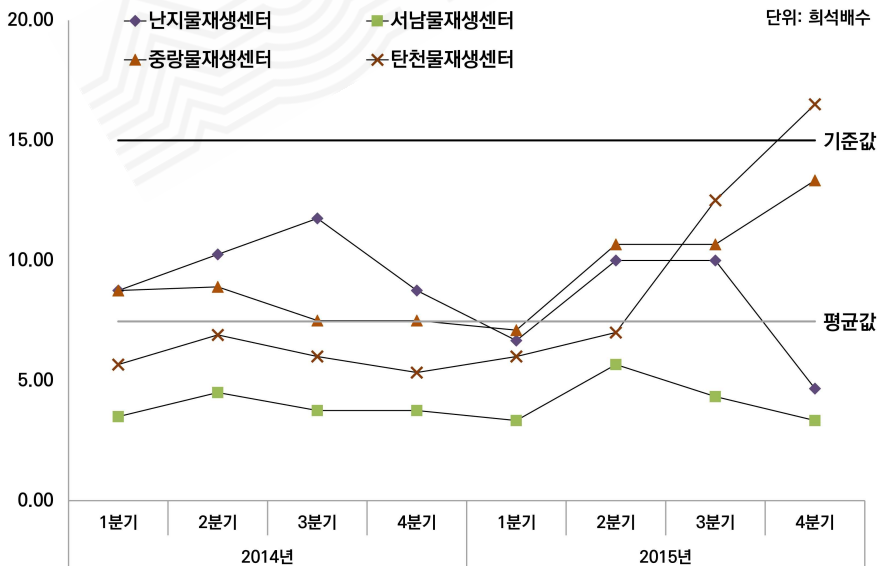
2015년 3, 4분기에 물재생센터의 복합악취(부지경계)가 가장 높게 나타났다. 중량물재생센터의 악취(복합악취)농도가 평균 9.14배수로 가장 높게 나타났으며 난지물재생센터가 9.0배수로 나타났다. 특히 탄천물재생센터의 악취농도는 2015년 4분기에 16.5배수로 나타나 기준치를 상회하였다. 물재생센터의 부지경계 복합악취는 [표 3-6], [그림 3-6]과 같다.

[표 3-6] 물재생센터 복합악취(부지경계)

단위: 희석배수

하수처리시설	2014년				2015년				평균
	1분기	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기	
난지물재생센터	8.75	10.25	11.75	8.75	6.67	10.00	10.00	4.67	9.00
서남물재생센터	3.50	4.50	3.75	3.75	3.33	5.67	4.33	3.33	4.00
중량물재생센터	8.75	8.90	7.50	7.50	7.10	10.67	10.67	13.33	9.14
탄천물재생센터	5.67	6.90	6.00	5.33	6.00	7.00	12.50	16.50	7.79
분기별 평균	6.73	7.69	7.33	6.40	5.75	8.45	9.09	8.82	7.46

출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료



[그림 3-6] 하수처리시설 복합악취(부지경계)

(2) 지정물질(암모니아) 악취

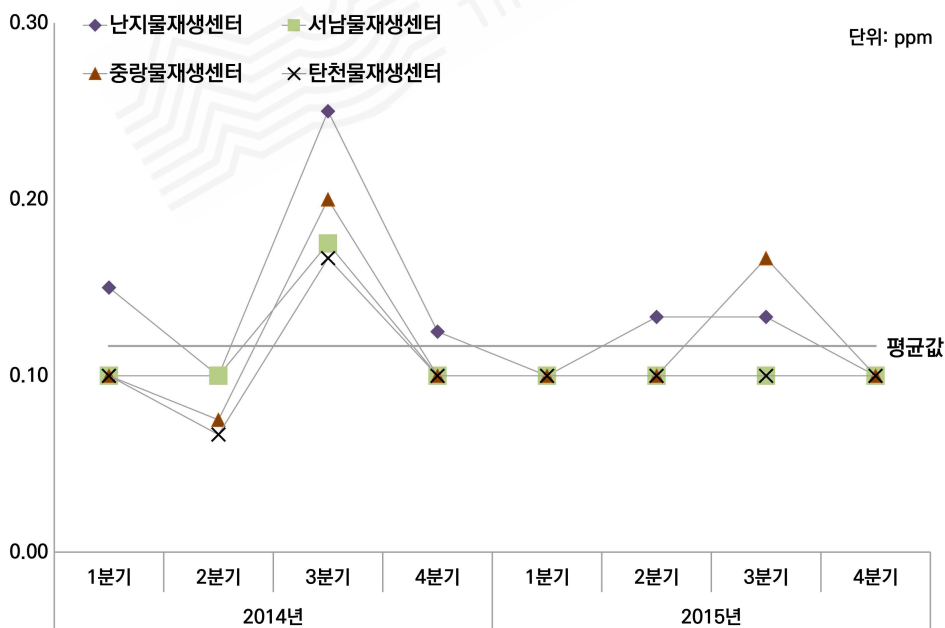
물재생센터 암모니아의 악취농도는 2014년 3분기 평균 0.20ppm, 2015년 3분기 평균 0.13ppm으로 주로 여름철인 3분기에 높게 나타났다. 이 중 난지물재생센터의 악취(암모니아) 농도가 0.14ppm으로 가장 높았지만 모든 물재생센터의 암모니아 악취농도가 기준치인 1ppm 이내로 나타났다([표 3-7], [그림 3-7]).

[표 3-7] 하수처리시설 암모니아 농도변화

단위: ppm

하수처리시설	2014년				2015년				평균
	1분기	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기	
난지물재생센터	0.15	0.10	0.25	0.13	0.10	0.13	0.13	0.10	0.14
서남물재생센터	0.10	0.10	0.18	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11
중랑물재생센터	0.10	0.08	0.20	0.10	0.10	0.10	0.17	0.10	0.12
탄천물재생센터	0.10	0.07	0.17	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11
분기별 평균	0.11	0.09	0.20	0.11	0.10	0.11	0.13	0.10	0.12

출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료



[그림 3-7] 하수처리시설 암모니아 농도변화

(3) 지정물질(황화수소) 악취

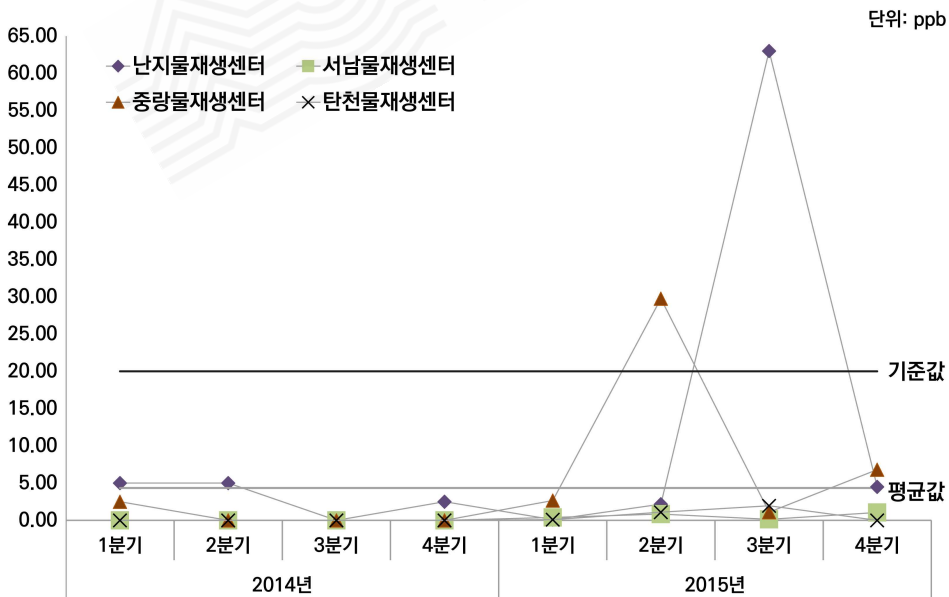
물재생센터 황화수소의 악취농도는 대체로 여름(2분기)과 가을철(3분기)에 걸쳐 높게 나타났다(2015년 2분기 9.14ppb, 3분기 22.23ppb). 난지물재생센터의 경우 악취(황화수소) 농도는 평균 10.97ppb로 다른 물재생센터와 비교했을 때 가장 높은 수치를 기록했는데 2015년 3분기에는 황화수소농도가 78.97ppb로 나타나 기준치인 20ppb를 초과한 바 있다([표 3-8], [그림 3-8]).

[표 3-8] 하수처리시설 황화수소 농도변화

단위: ppb

하수처리시설	2014년				2015년				평균
	1분기	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기	
난지물재생센터	5.00	5.00	0.00	2.50	0.10	2.17	78.97	4.50	10.97
서남물재생센터	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.83	0.13	1.07	0.26
중량물재생센터	2.50	0.00	0.00	0.00	2.67	29.77	1.10	6.80	4.68
탄천물재생센터	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.10	1.95	0.00	0.32
분기별 평균	2.00	1.33	0.00	0.67	0.88	9.14	22.23	3.37	4.34

출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료



[그림 3-8] 하수처리시설 황화수소 농도변화

(4) 폐기물처리시설별 복합악취(부지경계)

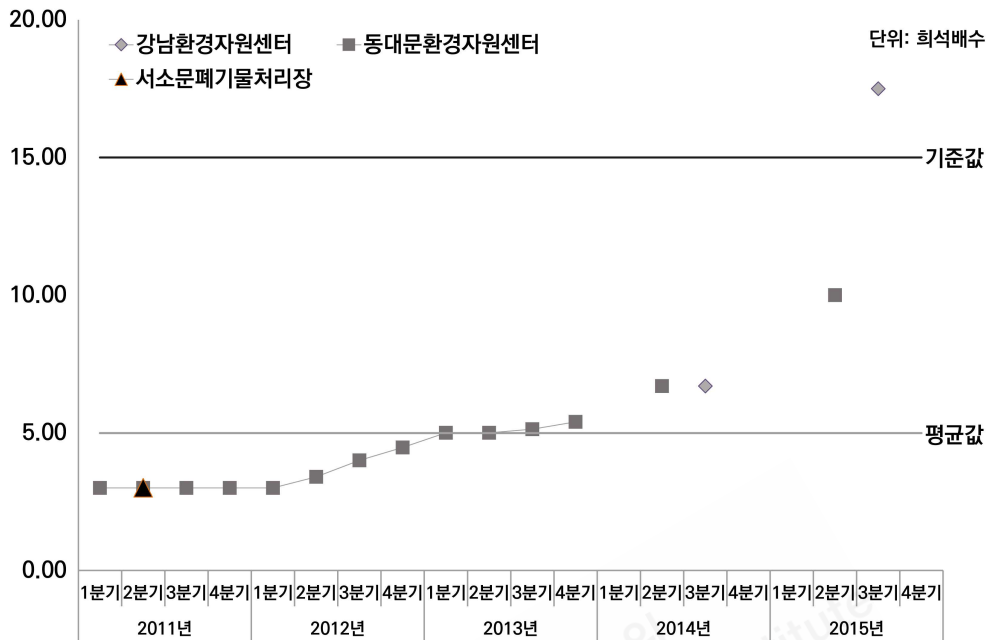
강남환경자원센터와 동대문환경자원센터, 서소문폐기물처리장을 대상으로 악취측정을 분석한 결과는 [표 3-9]와 같다. 동대문환경자원센터의 경우 부지경계에서의 복합악취는 2011년 3.0배수에서 2015년 10.0배수로 지속적으로 증가하는 추세를 보였다. 또한 강남환경자원센터 복합악취의 경우 2015년 3분기에 17.5배수로 기준치를 초과한 것으로 나타났다([표 3-9], [그림 3-9]).

[표 3-9] 폐기물처리시설 복합악취(부지경계)

단위: 희석배수

폐기물처리시설	2011년				2012년			
	1분기	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기
강남환경자원센터	-	-	-	-	-	-	-	-
동대문환경자원센터	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.40	4.00	4.47
서소문폐기물처리장	-	3.00	-	-	-	-	-	-
폐기물처리시설	2013년				2014년			
	1분기	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기
강남환경자원센터	-	-	-	-	-	-	6.70	-
동대문환경자원센터	5.00	5.00	5.13	5.40	-	6.70	-	-
서소문폐기물처리장	-	-	-	-	-	-	-	-
폐기물처리시설	2015년				기준값: 15.00 평균값: 4.99			
	1분기	2분기	3분기	4분기				
강남환경자원센터	-	-	17.50	-				
동대문환경자원센터	-	10.00	-	-				
서소문폐기물처리장	-	-	-	-				

출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료



[그림 3-9] 폐기물처리시설 복합악취(부지경계)

(5) 음식물처리시설별 복합악취(부지경계)

작업장 내 측정치를 포함한 음식물처리시설의 악취 평균값을 [표 3-10]에 제시하였다. 전체 처리시설 대부분이 기준치인 10.0배수 이하로 나타나고 있다. 그러나 도봉음식물처리장이 최고치 87.16배수를 나타내어 기준치를 초과하였다. 또한 (주)리클린과 강동음식물자원화시설이 2015년 3분기에 각각 17.5배수, 17.4배수로 기준치를 초과하였다([표 3-10]).

[표 3-10] 음식물처리시설 복합악취(부지경계: 일부 작업장 내 지점 포함)

단위: 화석배수

음식물처리시설	2011년				2012년			
	1분기	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기
(주)리클린	-	3.00	-	-	-	-	-	-
강동음식물자원화시설	3.00	-	-	3.00	-	-	-	-
도봉음식물중간처리장	-	50.00	3.00	36.00	-	25.33	-	51.33
서대문음식물자원화시설	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.50
송파음식물자원화시설	-	3.00	-	-	-	3.70	-	4.00
음식물처리시설	2013년				2014년			
	1분기	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기
(주)리클린	-	-	-	-	6.00	-	8.00	-
강동음식물자원화시설	5.00	-	-	-	-	-	8.00	-
도봉음식물중간처리장	-	72.67	-	87.16	-	-	10.00	-
서대문음식물자원화시설	5.00	5.00	5.40	-	-	-	8.00	-
송파음식물자원화시설	5.00	-	5.00	-	-	-	-	-
음식물처리시설	2015년				기준값: 15.00 평균값: 21.25			
	1분기	2분기	3분기	4분기				
(주)리클린	9.05	-	17.50	-				
강동음식물자원화시설	-	-	17.40	-				
도봉음식물중간처리장	-	10.00	-	-				
서대문음식물자원화시설	-	-	-	-				
송파음식물자원화시설	-	-	-	-				

출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료

작업장 내 측정치를 제외한 복합악취농도를 고려했을 때에는 (주)리클린과 강동음식물자원화시설이 2015년 3분기에 각각 17.5배수와 17.4배수를 나타내어 가장 높은 농도를 보였으며, 기준치(15배수)를 상회하였다([표 3-11]).

[표 3-11] 음식물처리시설 복합악취(부지경계: 작업장 내 지점 제외)

단위: 희석배수

음식물처리시설	2011년				2012년			
	1분기	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기
(주)리클린	-	3.00	-	-	-	-	-	-
강동음식물자원화시설	3.00	-	-	3.00	-	-	-	-
도봉음식물중간처리장	-	3.00	3.00	3.00	-	3.00	-	4.00
서대문음식물자원화시설	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.50
송파음식물자원화시설	-	3.00	-	-	-	3.70	-	4.00
음식물처리시설	2013년				2014년			
	1분기	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기
(주)리클린	-	-	-	-	6.00	-	8.00	-
강동음식물자원화시설	5.00	-	-	-	-	-	8.00	-
도봉음식물중간처리장	-	5.00	-	5.47	-	-	10.00	-
서대문음식물자원화시설	5.00	5.00	5.40	-	-	-	8.00	-
송파음식물자원화시설	5.00	-	5.00	-	-	-	-	-
음식물처리시설	2015년				기준값: 15.00 평균값: 5.85			
	1분기	2분기	3분기	4분기				
(주)리클린	9.05	-	17.50	-				
강동음식물자원화시설	-	-	17.40	-				
도봉음식물중간처리장	-	10.00	-	-				
서대문음식물자원화시설	-	-	-	-				
송파음식물자원화시설	-	-	-	-				

출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료

(5) 폐기물 처리시설 및 적환장의 복합악취

폐기물처리시설과 적환장의 복합악취는 4~17.5배수까지 다양하게 나타났다. 대부분의 적환장은 기준치 이내로 나타났으나 그 중 강남폐기물 중간적환장과 강동구폐기물 적환장, 청소종합시설이 17배수 이상으로 나타나 기준치를 초과하였다. 적환장의 복합악취 측정내용은 [표 3-12]와 같다.

[표 3-12] 적환장별 복합악취 부지경계

단위: 화석배수

사업장명		복합악취
재활용 선별처리시설	중량자원재활용선별센터	10.00
	한국쓰리알환경산업(주)	13.28
	강남폐기물중간적환장	17.50
	강동구폐기물적환장	17.00
적환장	강서중간집하장	12.00
	공릉동폐기물집하장	10.00
	도봉구폐기물적환장	10.00
	면목동적환장	10.00
	보라매적환장	10.00
	보라매집하장	4.00
	북가좌적환장	10.00
	서빙고압축장	10.00
	석관적환장	10.00
	송정적환장	10.00
	송파쓰레기적환장	13.00
	양천클린센터	10.00
	오현적환장	10.00
	월곡적환장	10.00
	장위적환장	10.00
	전자상가적환장	10.00
	창신동적환장	10.00
	청해물산적환장	12.00
	평창동적환장	10.00
	흑석집하장	13.50
기타	서울추모공원	15.50
	청소종합시설	17.50

출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료

3) 복합악취의 기준 설정을 위한 분석

2015년 사업장별 복합악취(부지경계)에서 사업장 38개소 중 6개소가 기준치를 초과한 것으로 나타났다. 이들 6개소는 폐기물처리시설과 폐기물 중간처리시설로서 악취관리가 필요한 시설로 판단된다. 그러나 최근 5년간을 분석한 결과에서도 기준치를 상회한 건수는 6개소에 불과하였다. 반면에 민원은 지속적으로 나타나고 있으며, 앞서 설명한 바와 같이 주거지역에 위치하게 되어 악취에 대한 우려가 높아지고 있기 때문이다.

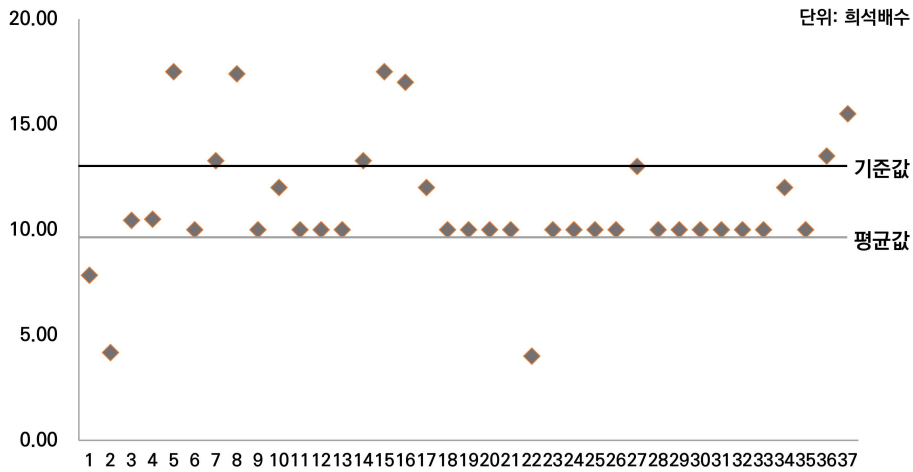
이를 고려하여 공공환경시설의 복합악취의 배출허용기준을 15배수에서 12배수로 강화하여도 추가적으로 6개소가 상회하는 수준이다([표 3-13], [그림 3-10]).

[표 3-13] 시설별 부지경계 복합악취

단위: 화석배수

사업장명		복합악취	사업장명		복합악취
하수 처리 시설	난지물재생센터	7.83	적환장	보라매적환장	10.00
	서남물재생센터	4.17		보라매집하장	4.00
	중량물재생센터	10.44		북가좌적환장	10.00
	탄천물재생센터	10.50		서빙고압축장	10.00
폐기물 처리 시설	강남환경자원센터	17.50		석관적환장	10.00
	동대문환경자원센터	10.00		송정적환장	10.00
	(주)리클린	13.28		송파쓰레기적환장	13.00
	강동 음식물자원화시설	17.40		양천클린센터	10.00
음식물 처리 시설	도봉 음식물중간처리장	10.00		오현적환장	10.00
	금천자원재활용처리장	12.00		월곡적환장	10.00
	성북재활용품선별장	10.00		장위적환장	10.00
	중구자원재활용처리장	10.00		전자상가적환장	10.00
재활용 선별 처리 시설	중량자원재활용선별센터	10.00		창신동적환장	10.00
	한국쓰리알환경산업(주)	13.28		청해물산적환장	12.00
	강남폐기물중간적환장	17.50		평창동적환장	10.00
	강동구폐기물적환장	17.00		흑석집하장	13.50
적환장	강서중간집하장	12.00	기타	서울추모공원	15.50
	공릉동폐기물집하장	10.00		청소종합시설	17.50
	도봉구폐기물적환장	10.00	기준값		15.00
	면목동적환장	10.00	평균값		10.45

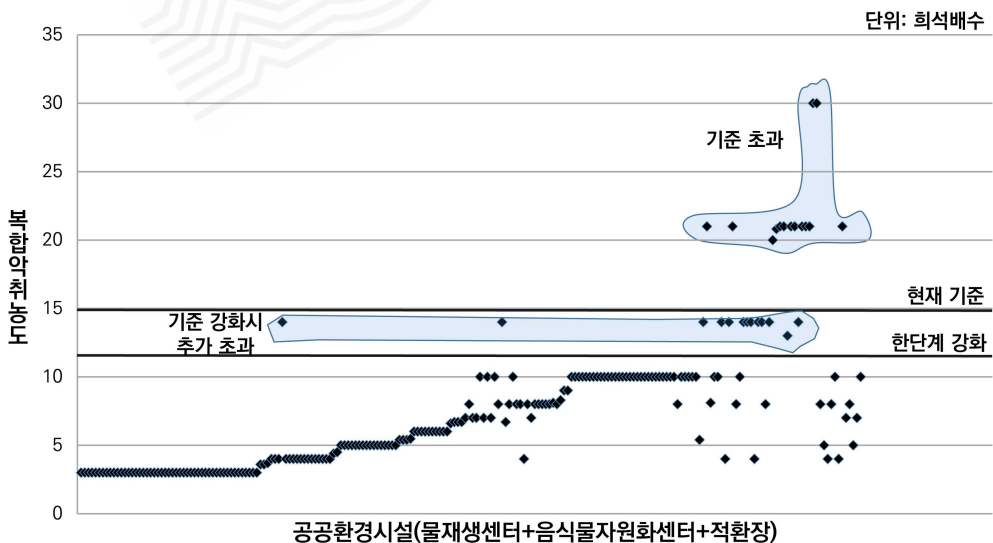
출처: 서울시 기후환경본부 생활환경과 생활환경팀 제공 자료



주: 시설명은 [표3-18]을 참고하여 하수처리시설부터 시설명의 자음 내림차순(좌→우)을 숫자로 치환

[그림 3-10] 사업장별 복합악취(2015년)

2010년부터 2015년까지 측정된 모든 시설의 측정횟수는 215회로 현 부지경계 복합악취 배출기준 15배수를 초과한 측정데이터는 12개소에서 14회로 전체 215회의 6.51%에 해당한다. 이때 기준을 한 단계 상향하여 적용할 경우 추가적으로 12개소 13회의 데이터가 기준초과에 해당하게 되며 이는 전체 215회에 6.04%에 해당한다. 이는 [그림 3-11]과 같다.



[그림 3-11] 공공환경시설 전 시설 부지경계 복합악취농도

2_복합악취 배출기준 강화를 위한 현행 제도 분석

이 절에서는 복합악취의 기준설정을 위한 분석을 실시하였다. 복합악취는 후각을 이용한 방법이므로 측정치가 여러 측정치로 산출되는 데 제약이 있다. 따라서 기준치 설정이 가능한 측정치를 살펴보기 위해 악취측정법을 살펴보고, 이를 바탕으로 측정치와 기준치 설정을 분석하였다.

1) 복합악취 측정방법

현재 악취농도의 측정은 후각을 이용한 관능법과 기기분석법에 의한 지정물질 악취로 나눌 수 있는데, 관능법은 2가지 이상의 지정물질악취가 복합적으로 혼재되어 나타날 때 사용하고 있다. 왜냐하면 기기분석법에 의해 측정되는 지정물질(단일물질) 악취보다는 현상을 잘 반영하고 있기 때문이다. 즉 기기분석법으로 측정되지 않았어도 관능법으로 측정되는 경우가 많기 때문이다.

복합악취 측정에서는 주로 공기희석관능법을 사용하고 있는데 이 방법도 비교적 정량적인 방법에 해당한다. 이와 더불어 기기분석법에 의한 정량적인 결과치가 상호보완적으로 사용될 수 있다.

(1) 공기희석법의 측정방법

악취는 악취공정시설기준에 의하여 측정한다. 주요내용은 다음과 같다.

첫번째, 공기희석법에 의한 시료를 채취하는 5ℓ 시료채취백(Tedlar bag)을 고순도 질소로 3회 이상 세척하여 악취발생 및 누출여부를 확인 후 준비한다.

두 번째, 진공흡입장치를 이용하여 시료채취백에 현장의 시료를 1ℓ/min의 속도로 5분간 채취한다.

세 번째, 시료를 채취한 백은 상온에서 차광막을 사용하여 직사광선을 피할 수 있도록 하여 운반·보관한다. 그리고 24시간 내에 측정이 이루어지도록 한다.

네 번째, 공기희석법의 측정을 위한 패널은 [표 3-14]에 제시된 4종류의 판정요원 선정용

시험액을 이용하여 거름종이를 만들어 이용하여 선정한다. 거름종이(6매 1조)를 건강한 피검자에게 나누어 주어 냄새가 나는 거름종이 4매를 선택하게 하고, 4종류의 시험액에 대한 냄새의 종류와 냄새나는 거름종이를 모두 알아맞히고 악취도가 3, 4도인 사람을 판정요원으로 선정한다. 이때 거름종이는 다음과 같이 제조한다. 거름종이(길이 14cm, 폭 7mm) 6매를 1조로 하여 그중 4매는 시험액에 그리고 나머지 2매는 증류수와 유동파라핀에 각각 약 1cm 정도 길이를 시험액에 5분 동안 담가두었다가 꺼내어 약 2~3분 경과 후 시험에 사용한다.

[표 3-14] 공기희석 평가 판정요원 선정용 시험액

시험액	농도	제조용액	냄새의 성격
Acetic Acid	1.0 wt %	증류수	식초냄새
Trimethylamine	0.1 wt %	증류수	생선 썩는 냄새
ethylcyclopentenolone	0.32 wt %	유동파라핀	달콤한, 설탕 타는 냄새
β-Penylethylalcohol	1.0 wt %	유동파라핀	장미향 냄새

다섯째, 공기희석배율은 무취공기 제조 장치와 활성탄이 채워진 6방분배기를 통해 제조된 무취공기를 무취 주머니에 담고 시료를 주입하여 단계별로 희석하여 시험한다.

악취측정치 산정방법은 [표 3-15]와 같이 전체 판정요원의 시료희석 배수 중 최대값과 최소값을 제외한 나머지를 기하 평균하여 판정요원 전체의 희석배수로 산정한다.

[표 3-15] 공기희석 평가과정

판정인 구분	계산과정 (배수)	비고 (배수)	전체의 냄새감지한계 희석배수(배수)
a	30	30	$3\sqrt{30 \times 10 \times 10} = 14.4225$
b	10	최소(제외)	
c	10	10	
d	10	10	
e	30	최대(제외)	

① 복합악취 기준치가 희석배수 15배수인 경우

희석배수가 15배수인 악취측정치의 의미는 다음과 같다. [표 3-16]과 같은 판정이 나타날 경우 측정치는 14.42배수가 된다. 이 측정치(14.42배수)는 15배수 기준치 이내의 값이 되어 허용이 된다는 의미이다.

[표 3-16] 기준치 15배수 경우 희석배수 산출과정

판정인 구 분	1차 평가		2차 평가 (×30)	3차 평가 (×100)
	1조(×10)	1조(×10)		
a	○	○	○	X
b	○	○	X	-
c	○	○	X	-
d	○	○	X	-
e	○	○	○	X

② 복합악취기준치가 희석배수 12배수인 경우

희석배수가 12배수인 악취측정치의 의미는 다음과 같다. [표 3-17]과 같은 판정이 나타날 경우 측정치는 11.8배수가 된다. 이 측정치(11.8)는 12배수를 기준치로 설정할 경우 허용이 된다는 의미이다. 이를 계산하는 과정은 [표 3-18]과 같다.

[표 3-17] 기준치 12배수 경우 희석배수 산출과정

판정인 구 분	1차 평가		2차 평가 (×30)	3차 평가 (×100)
	1조(×10)	1조(×10)		
a	○	×		
b	○	○	○	○(이후 희석배수 평가 중지)
c	○	×		
d	○	○	○	×
e	○	○	×	

주: “○” : 시료희석주머니 판정 시 정답, “×” : 냄새주머니 판정 시 오답

[표 3-18] 공기회석 평가과정

판정인 구 분	계산과정 (배수)	비고 (배수)	전체의 냄새감지한계 회석배수(배수)
a	$a = \sqrt{(3 \times 10)} = 5.477$	최소(제외)	$\sqrt[3]{(5.477 \times 30 \times 10)} = 11.8$
b	$b = 100$	최대(제외)	
c	$c = \sqrt{(3 \times 10)} = 5.477$	5.477	
d	$d = 30$	30	
e	$e = 10$	10	

주: 당해 회석배수에서 감지하지 못한 판정인의 계산값은 한 단계 아래의 회석배수 값을 적용한다. (예: 10배수에서 오답일 경우 3배수로 산정)

2) 악취기준(12배수) 설정에 대한 고찰

복합악취 측정방법(공기회석관능법)에 의하면 배출허용기준치는 대략적으로 5배수, 10배수, 12배수, 15배수, 21배수 중 하나로 설정된다. 일반적으로 복합악취측정치는 설정된 악취배수에 해당하게 된다.

현재 복합악취의 악취배출기준치는 15배수이다. 기준치를 강화하기 위해서는 현 기준치(15배수)보다 한 단계 강화된 값인 12배수가 적정하다. 현행 악취배출 기준을 거의 대부분의 시설이 만족하고 있으나 악취관련 민원은 지속적으로 발생하고 있기 때문에 공공환경시설의 공공복리증진이라는 본연의 목적달성을 위해 좀 더 강화된 기준이 필요하다. 그러나 악취기준을 강화하는 것은 공공환경시설을 비롯한 악취배출 사업장에 악취저감을 위한 시설의 증설과 같은 추가적인 비용을 발생시킬 수 있다는 또 다른 문제를 양산할 가능성이 있다. 더욱이 악취배출의 적합한 기준은 상당한 기간동안 축적된 악취배출정보를 필요로 하기 때문에 우선적으로 현행 기준보다 한 단계 정도 강화된 기준을 토대로 악취배출기준의 적합성을 검토할 필요가 있다.

배출기준 12배수는 수치상으로 15배수에서 12배수로 되어 상당한 비율로 강화된 것처럼 보이지만 앞서 설명한 바와 같이 한 단계만을 강화한 것이다. 왜냐하면 복합악취의 기준치가 14.42배수, 다음 단계가 11.8배수로만 측정(계산)되어 14배수, 13배수, 12배수 모두 복합악취 기준치인 11.8배수만을 규제하게 된다. 즉 3가지의 배수가 모두 같은 의미이기 때문에 현행 복합악취허용기준을 한 단계 강화된 12배수로 설정하여 악취배출기준 강화의 적정성을 살펴보는 것이 타당하다.



04

국내·외 사례조사

1_국내사례조사

2_국외사례조사

04 | 국내·외 사례조사

1_국내사례조사

1) 시설운용 사례(현장조사)

(1) A음식물자원화시설 개요 및 부지경계 상황

A음식물자원화시설은 지하철 용두역 부근에 위치한 음식물처리시설로 연간 180톤(연간 65,700톤)의 음식물 폐기물을 처리 할 수 있으며 음식물을 처리하는 과정에서 바이오가스를 생산하여 최종적으로 전력(12,360kwh/일)을 공급하게 된다. 음식물 처리과정은 투입에서 처리에 이르기까지 지하에 밀폐화된 상태로 진행되며, 부지경계에서 발생할 악취저감 및 지역주민에게 편의를 제공하기 위해 상부에 공원을 조성하였다. 시설의 운영특성 및 악취발생원에 대한 사항을 위한 현장조사는 2016년 4월 5일에 실시하였다.

현장조사 결과 시설 부지경계에서 악취를 감지할 수 있었다. 이 정도 악취농도는 대체적으로 복합악취 배출허용기준(15배수)을 초과하지 않은 수준으로 나타나고 있는데, 시민들의 체감 악취는 나타나고 있어 악취민원이 지속될 것으로 예상되었다. 특히 시설 반경 100m 안에는 아파트를 비롯한 주거 밀집공간과 병원을 포함한 각종 상업·편의시설이 위치하고 있어 악취민원은 꾸준히 제기될 것으로 보인다. [그림 4-1]은 현장조사를 통한 부지경계 부근의 상황을 나타낸 것이다.



(1) 시설전경



(2) 시설전경



(3) 경계 50m 부근

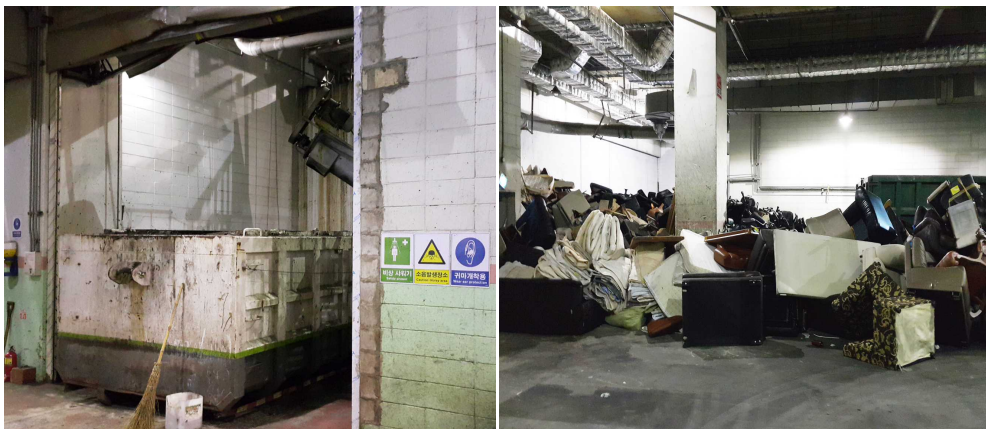


(4) 근린공원

[그림 4-1] 시설 부지경계 부근 상황

(2) A음식물자원화시설 내부 상황

음식물 처리는 전부 지하에서 진행된다. 투입구 주변에는 음식물 쓰레기 처리시설 외에도 동대문구에서 반입되는 재활용 폐기물이 함께 반입, 적체되어 있다. 또한 음식물 쓰레기 이송컨테이너와 차량을 세척하는 과정에서 발생한 오수가 바닥에 고여 있어서 여기서도 악취가 발생하고 있는 것으로 보인다. 또한 악취를 포집하는 덕트(duct)의 위치가 높아 악취포집이 용이하지 않을 것으로 예상되었다. 투입구 주변부의 현장상황은 [그림 4-2]를 통해 확인할 수 있다.



(1) 이송컨테이너 보관장소

(2) 투입구 주변부



(3) 투입구

(4) 투입 호퍼

[그림 4-2] 음식물폐기물 투입구 주변부 상황

투입된 음식물 폐기물은 발효과정을 거쳐 바이오가스를 생산하며 이때 발생한 슬러지는 건조 및 안정화(톱밥혼합) 과정을 거쳐 배출되게 된다. 처리 과정에서 발생하는 심한 악취가 발생하고 있는데, 이를 차단·포집처리하는 과정을 거치고 있다. 그러나 주요 악취배출원을 추가적으로 밀폐화 처리, 청결상태 유지, 악취포집 및 배출 등이 이루어져야 효과적인 악취저감이 이루어질 수 있다. 게다가 많은 가스가 발생하는 소화공정의 관리에 좀더 세심한 관심을 기울려 추가 악취저감장치를 설치하면, 공원상부(부지경계)의 주변 악취농도의 배출은 크게 줄일 수 있을 것이다([그림 4-3]).



(1) 슬러지 탈수조 포기, 배출구 파손

(2) 밀폐된 소화조 내부



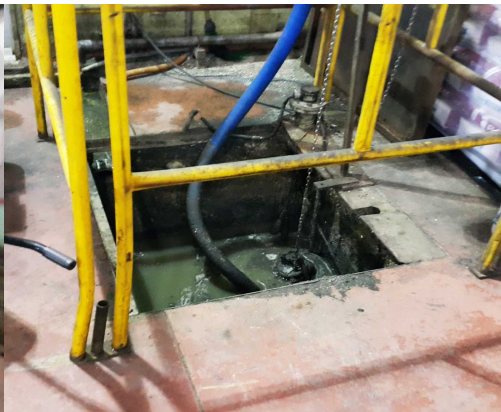
(3) 소화조 상부

[그림 4-3] 소화조 주변부 상황

슬러지는 별도의 야적 및 보관장소에서 관리하지 않고, 개방된 내부시설에서 야적되고 있어, 또 다른 악취발생요인으로 보인다. 즉 시설별 추가적인 악취관리방안을 모색하는 등 세심한 악취관리가 이루어지면 큰 비용을 소요하지 않고, 상당부분 저감할 수 있을 것으로 보인다. 슬러지 탈수기 주변상황은 [그림 4-4]과 같다.



(1) 개방화된 슬러지 야적 공간



(2) 덮개가 개방된 오폐수 처리시설



(3) 물고임 현상이 심한 탈수기 주변

[그림 4-4] 슬러지 탈수기 주변부 상황

A음식물자원화시설의 현장조사 결과 악취관리의 시사점은 크게 3가지이다. 첫째, 음식물 투입구의 관리가 중요하다. 음식물 쓰레기 투입구의 추가적인 악취관리 대책이 필요하다. 음식물 쓰레기 투입구의 자동으로 잘 밀폐될 수 있도록 하거나 추가적인 밀폐화 시설이 필요하다.

둘째로 개별 공정 간 밀폐화가 필요할 것으로 보인다. 현재 개방화된 개별 처리공정은 투입, 슬러지 탈수 및 야적, 오폐수 처리 등 소화조를 제외한 대부분의 공정이 개방화 된 상태로 진행되고 있다. 더욱이 슬러지 야적공간은 심한 악취발생원이다. 별도의 관리장소를 설치·보관하도록 하여 추가적인 밀폐화를 추진한다. 또는 이동이 가능한 텐트형 칸막

이시설 등 간이밀폐화 시설의 설치도 고려해 볼 수 있다.

셋째로 청결상태 유지를 위해 주기적인 세척이 실시되어야 한다. 이송컨테이너, 투입호퍼, 내부시설 등 폐기물에 의해 직접적으로 오염이 가능한 공정에 경우 장치를 주기적으로 세척을 하여야 한다. 또한 작업자들의 위생 건강을 위해서도 외부 공기의 유입시설과 환풍시설을 추가 설치되어야 한다. 이를 통해 악취의 외부 확산을 크게 방지하여야 한다.

2) 시설설계 사례

(1) B자원순환센터 사업개요

현재 건설 중인 구로구 향동 58-1 일원(향동 공공주택지구 내 근린공원 지하)에 위치한 B자원순환센터는 부지면적 13,447㎡, 시설규모 14,582㎡의 지하 1~2층으로 설계되어있다. 총 소요사업비는 48,088백만 원(국비 2,100백만 원, 사비 2,450백만 원, 구비 43,538백만 원)이며 주요 시설은 생활폐기물압축 적환시설(160톤/일), 재활용품 선별시설(40톤/일), 음식물폐기물 적환시설(120톤/일), 대형폐기물 적환시설(25톤/일), 청소차량 차고지 34대 외 악취제거시설, 폐수처리시설, 세차시설 등이다.

B자원순환센터의 악취배출 허용설계기준은 악취방지법 시행규칙 제8조 관련(별표3) 악취배출 허용기준의 기타지역을 토대로 하였다. 복합악취 설계기준은 배출구(굴뚝 등)의 경우 300배수 이하(허용기준 300~500배수)로 설비 및 부지경계선을 기준으로 15배수 이하(허용기준 10~15배수)로 구분하여 설계되었다.

B자원순환센터의 주요 악취 처리시스템은 다음과 같다. 첫째, 유지관리 및 악취관리를 고려하여 충분한 기기용량과 최신 기기형식을 선정하여 작업효율을 향상시키도록 설계되었다. 또한 환경오염물질 발생 최소화를 통해 쾌적한 작업환경 및 악취확산을 방지하여 민원발생에 대응하고자한다. 둘째, 고농도 악취 및 저농도 악취로 구분하여 발생하는 악취를 제거하도록 설계되었다. 고농도 악취의 경우 측열식 연소기(RTO)로 고온연소처리 후 3단 약액세정탑에서 2차 처리하며, 저농도 악취는 연소처리 없이 약액세정탑을 통해 처리되도록 설계하였다. 이를 통해 발생하는 악취는 95% 이상 완벽하게 포집하여 제거하며 밀폐화되도록 하였으며 탈취제분무를 통하여 공간 악취를 제어, 쾌적한 근무환경과 악취

로 인한 민원을 방지하고자 한다. 셋째, 4단계 악취차단을 통하여 외부노출을 방지하도록 설계되었다.

4단계 단계별 세부내용은 1단계 전동셔터를 통하여 폐기물의 반출 및 반입을 분리하도록 구획되어 각 시설별로 적용하였다. 악취발생장소에 전동셔터를 통하여 악취의 외부차단을 목적으로 하는 전동셔터는 작업시간대(04:00~08:00) 외에는 운영하지 않도록 설계되었다. 2단계 시설 내 청소차량의 진입 및 출입램프에 고품압으로 형성된 에어커튼을 설치하여 상시 가동을 통해 악취의 실외 확산을 방지하였다. 3단계 전동셔터를 통하여 작업장에 상존하는 악취의 외부 차단을 실시하였다. 4단계 통합시험조정(Testing, Adjusting & Balancing, TAB)을 통한 댐퍼(damper) 개도 조정으로 악취풍량을 조정·제어해 악취를 효과적으로 포집하고 2차적으로는 확산을 막는 것을 목적으로 한다.

(2) 개선필요 내용

B자원순환센터의 최초 설계에 대해 추가적인 악취관리를 위한 기본방향은 세 가지로 다음과 같다. 첫째, 상부에 위치한 공원시설을 지역 주민이 쾌적하게 이용할 수 있도록 부지 경계에서 발생하는 악취 배출을 최소화하는 방안이다. 둘째, 주요 악취배출원별 세부적인 밀폐화가 필요하다. 셋째, 시설 유지관리비가 많이 소요되는 경우 특정조건에서 가동이 중지되는 등 지속성이 낮아질 우려에 따라 설계 시부터 시설 유지관리비를 최소화할 방안이 필요했다.

기본방향을 부합하는 세부적인 개선 필요내용은 총 5가지이다. 첫째, 고농도 악취발생공간인 음식물류폐기물의 적환시간을 최소화를 위하여 투입구에서 소형트럭에서 대형트럭으로 적환되면 바로 밀폐이송 처리하는 것이 필요하다.

둘째, 저농도 발생시설이라고 제시되는 재활용설비 컨베이어 벨트의 엄격한 관리가 필요하다. 장치에 혼합물의 액체가 흘러서 악취의 지속적으로 발생하므로 작업인원에게도 영향을 미칠 수 있어 해당 시설의 청결 및 추가적인 밀폐가 필요하다. 예를 들어 사각형의 아크릴이나 투명한 두꺼운 비닐막을 활용하여 작업공간을 밀폐시키는 것이다.

셋째, 스티로폼 감용장치는 고농도의 악취배출시설로 가동 한계를 하루 2시간으로 설계

되었으나 전처리시설 및 저장 공간 확보를 통해 가동시간을 축소 운영(3~4일에 1회)할 필요성이 있다.

넷째, 폐수배출과정에서 발생하는 악취는 저농도 악취이므로 기존의 설계와 같이 고농도로 분류하여 처리하는 것은 비효율적이다. 따라서 시설설비를 저농도로 분류, 포집처리하여 유지관리비를 절감할 필요가 있다.

다섯째, 고농도 악취배출시설의 경우 작업이 끝난 후 주기적으로 세척작업과 유용미생물(Effective Micro-organisms, EM)을 살포하여 관리하여야 하며, 작업장비를 보관 할 수 있는 공간확보가 필요하다.

3) 적환장 특성조사

적환장은 반입되는 폐기물의 종류가 상이하거나 적환기능을 수행하고 있는 시설이 차고지, 집하장, 임시적환장 등 일정 시설의 부속시설인 경우가 있는가 하면 운영시간이나 방법이 각기 달라 통합적 관리방안을 제시하는 것이 어렵다. 따라서 서울시 소재 적환장의 운영특성과 악취관리에 관한 사항을 조사하기 위해 설문조사를 실시했다.

총 65개 중 24개의 시설에서 응답을 받아 현황을 파악하였는데, 5월 25일부터 6월 25일까지 약 한 달에 걸쳐 조사가 진행되었다. 조사사항은 먼저 시설의 입지 및 운영특성에 관한 사항으로 적환장 주변의 상황을 파악하기 위해 적환장의 기능과 소재지의 용도구역, 주요기능과 운영시간을 조사하였고, 둘째로, 악취관리 부문에 관한 사항으로 민원발생 및 감지정도와 주요 악취발생원 파악, 청소주기와 체크리스트 활용, 악취저감 교육여부 등을 조사·분석 하였다.

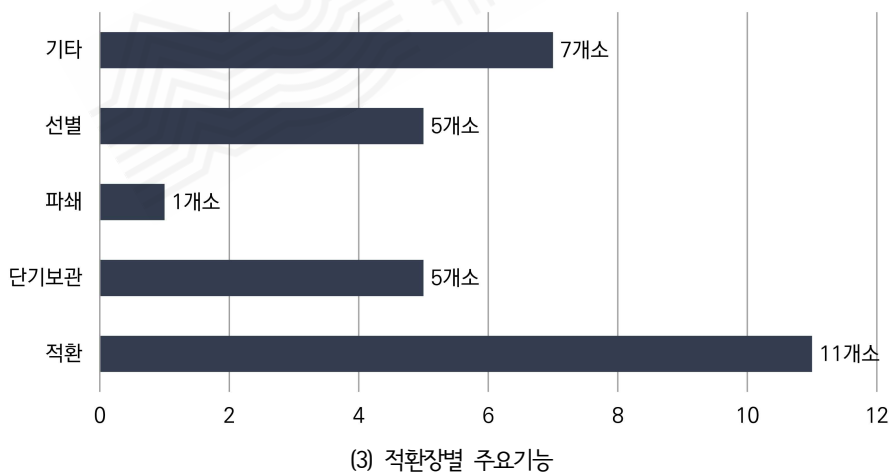
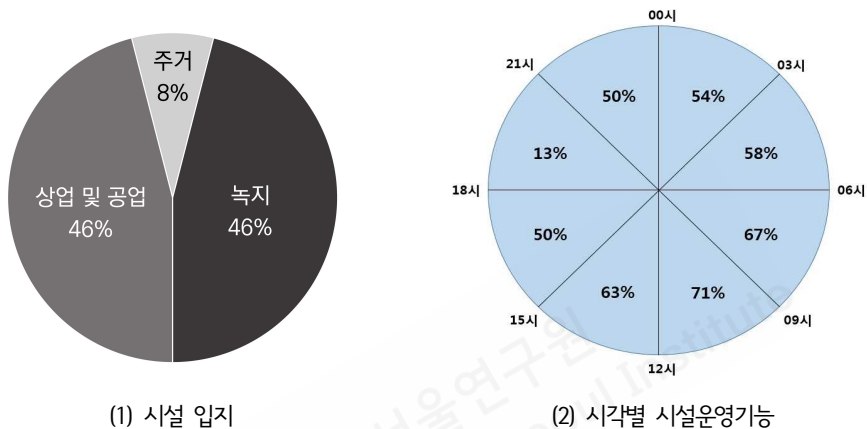
설문 응답자는 대체로 시설을 관리하는 지자체 공무원이고, 대체로 근무연수가 10년 이상인 직원이다. 시설의 규모는 대체로 1,000㎡이 넘었고 해당 시설은 사무실과 휴게실을 모두 운영하고 있었다. 또한 시설 종사자 수는 20명 이상으로 응답한 곳이 8곳, 50명 이상으로 응답한 곳이 7곳으로 시설 운영을 위해 많은 인원이 고용되어 있었다. 반입 폐기물은 일반쓰레기, 음식물 쓰레기, 건축폐기물, 재활용 쓰레기, 대형가전, 불연성 생활폐기물까지 종류가 다양했다. 중요 6개 질문별 설문 결과는 [표 4-1]과 같다.

[표 4-1] 중요 6개 질문 결과

적환장	작업시간대	운영시간	밀폐 여부	체크리스트	청소주기	주 악취발생원
A	20~09시(야)	13시간	예	예	매일	재활용선별작업, 적환
B	05~15시(주)	10시간	예	아니오	월 2회	-
C	22~05시(야)	7시간	아니오	아니오	매일	압축기 부근
D	24시간(상시)	24시간	예	아니오	월 5회	음식물 투입 호퍼
E	05~18시(주)	13시간	예	예	월 4회	반입불가 폐기물
F	18~06시(야)	12시간	예	예	매일	음식물 적치
G	18~06시(야)	12시간	예	예	매일	음식물 적치
H	18~06시(야)	12시간	예	예	매일	음식물 적치
I	09~18시(주)	9시간	예	아니오	매일	폐기물 압축시설,
J	07~16시(주)	9시간	아니오	응답거부	매일	폐합성수지적환
K	09~16시(주)	7시간	예	아니오	월 1회	-
L	20~12시(상시)	16시간	아니오	아니오	월 5회	-
M	20~12시(상시)	16시간	아니오	아니오	월 5회	-
N	07~16시(주)	9시간	아니오	예	매일	집하장 무단투기
O	20~07시(야)	11시간	아니오	아니오	매일	적환
P	07~17시(주)	10시간	예	예	매일	선별
Q	04~18시(주)	14시간	아니오	아니오	매일	시설 외
R	07~15시(주)	8시간	아니오	아니오	매일	생활 쓰레기 선별
S	08~18시(주)	10시간	예	아니오	월 10회	시설 외
T	20~06시(야)	10시간	예	예	월 2회	음식물 선별, 적치
U	05~18시(주)	13시간	아니오	아니오	매일	선별, 적환
V	00~16시(상시)	16시간	예	아니오	매일	선별, 적환
W	00~14시(상시)	14시간	아니오	아니오	월 5회	적환
X	08~24시(상시)	16시간	예	아니오	매일	음식물 투입구, 건조기

(1) 시설 기능 특성

조사된 대부분의 시설은 주거지역에 11개소, 녹지지역(준공업지역 2개소)에 11개소가 위치하고 있다. 다수의 시설이 주거 및 상업지역에 위치해 있으며 녹지지역에 위치한 시설도 인접지역에 주거지가 위치하여 입지적으로 민원이 발생할 가능성이 높다. 또한 노상에서 무계획적으로 폐기물의 야적이 이루어지고 있어 악취가 발생할 가능성이 높다([그림 4-5]).



[그림 4-5] 적환장시설운영 특성

조사된 시설은 대부분 적환 및 단기보관을 목적으로 시설을 운영하고 있었다. 가장 많이 차지하고 있는 기능은 적환기능이다. 그다음은 기타(압축, 음식물의 선별, 차고지의 기능

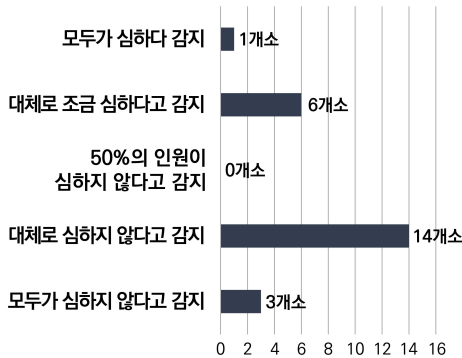
이 복합적으로 이루어짐)가 차지하였고, 선별, 단기보관, 파쇄가 뒤를 이었다. 악취가 대량으로 발생할 가능성이 높은 공정인 선별 및 파쇄작업을 병행하는 시설은 총 7개 시설로 응답시설 중 29.1%를 차지하였는데 주거지에 위치한 적환장이 50%에 해당해 민원발생과 대책수립이 예상된다.

전체 시설 중 주간에만 작업이 이루어지는 작업장은 11곳, 야간에만 작업이 이루어지는 작업장은 7곳, 주야간 상시작업(주간작업 시설 제외)을 진행하는 곳은 6곳으로 조사되었다. 즉 주간에 작업이 이루어지는 시설은 전체 24개 시설 중 70.8%에 해당해 주민들이 주로 활동하는 시간대에 처리 작업이 진행되는 것으로 조사되었다. 이 중 12시간 미만 운영 작업장은 11개소이며, 12시간 이상 운영하는 작업장은 13개소로 확인되어 시설이 위치한 소재지의 주민들이 악취에 노출될 가능성이 높다. 특히 악취가 대량으로 발생할 가능성이 높은 선별·파쇄 공정을 포함한 7개 시설 중 85.7%가 주간작업이 진행되는 것으로 조사되었다([그림 4-6]).

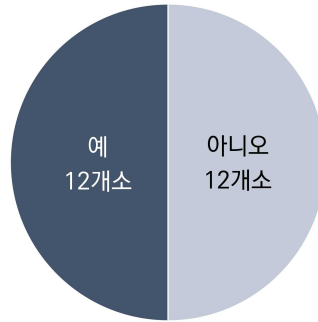
(2) 악취발생 특성 및 관리

작업자 및 시설관리자가 체감하는 악취감지 여부를 묻는 항목에서는 24개의 대상 시설 중 악취에 대해 대체로 심하지 않다고 응답한 시설이 14곳, 모두가 심하지 않다고 감지한 곳이 3곳으로 70.8%에 해당하는 시설에서 악취를 체감하지 못하는 것으로 조사되었다. 지난 3년 동안 악취와 관련한 민원발생 경험이 있는 시설이 12개소이며, 악취를 체감하지 못한 시설 중 3년간 민원발생 이력이 있는 시설은 11개로 64.7%임을 감안하면 시설 작업자와 관리자가 악취에 대해 다소 무관심한 것으로 조사되어 악취저감 노력이 좀 더 적극적인 필요가 있어 보인다.

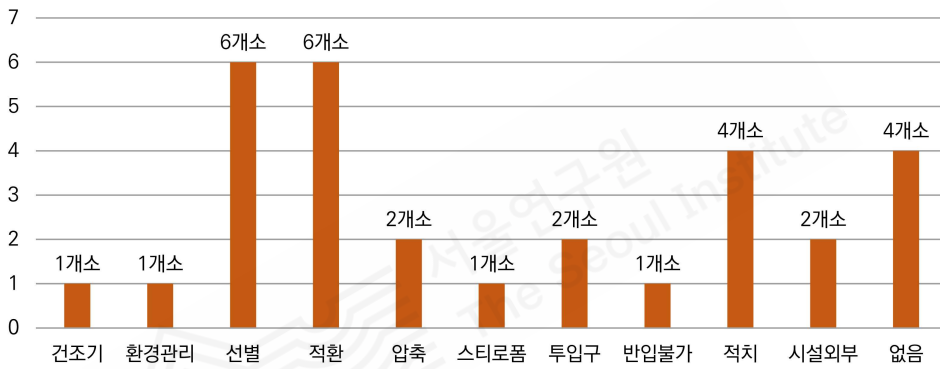
적환장에 따른 주요 악취발생원을 조사한 결과 중복 응답을 포함하여 가장 큰 악취발생원은 선별 및 적환(40%)이며 다음으로 폐기물의 야적 및 적치과정에서 발생함을 확인하였다. 또한 압축기 및 투입구 부근(7%), 환경관리(3%), 스티로폼(3%) 등 악취원이 다양하게 분포하고 있는 만큼 시설운영 및 관리 전반에 걸친 악취저감 노력이 필요할 것으로 보인다([그림 4-10]).



(1) 악취감지정도



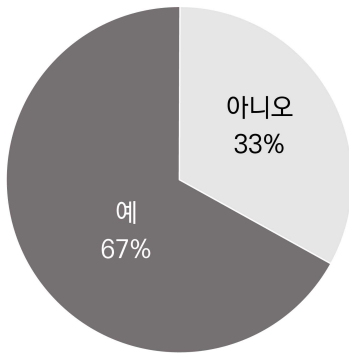
(2) 최근 3년간 민원발생유무



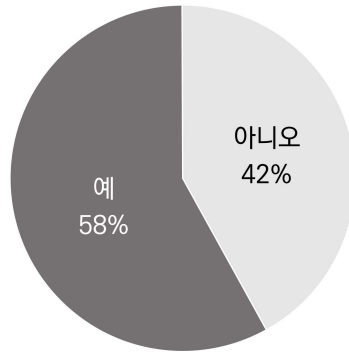
(3) 주 악취발생원

[그림 4-6] 악취발생원 및 발생악취 체감정도

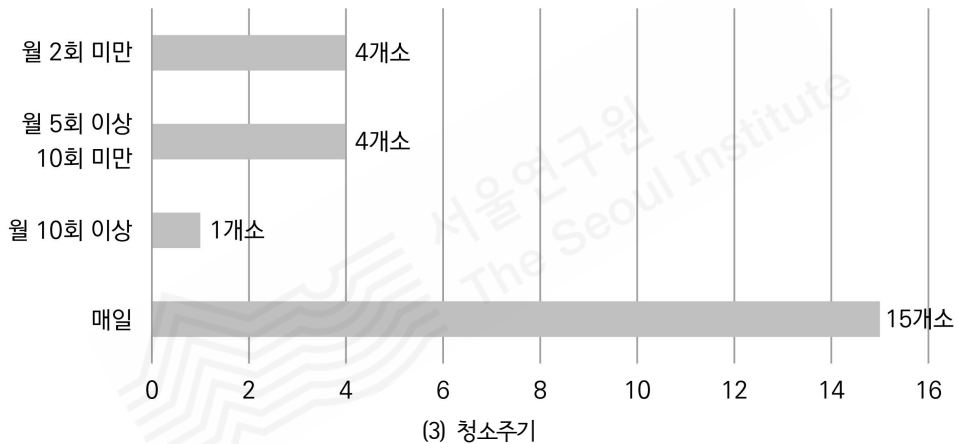
응답시설의 약 58%는 처리공정과 시설운영이 밀폐화 상태였다. 그러나 42%에 해당하는 10개소는 개방된 상태에서 처리공정이 진행되어 악취가 외부로 확산되고, 이에 따라 민원이 발생할 가능성이 높다. 시설 내에서 작업자가 상시 확인할 수 있는 악취저감 체크리스트를 활용하는 시설은 전체의 33%(8개소)에 그쳤다. 이는 앞선 시설 작업자들이 체감하는 악취정도와 비슷한 결과로 악취저감을 위한 인식과 노력이 그만큼 뒷받침 되지 않고 있는 것으로 볼 수 있다. 청소 관련 문항에서는 청소주기 문항에 매일 청소를 한다고 응답한 시설이 15건으로 63%를 차지하고 있고, 반면 주 1회 미만으로 환경정리를 하는 시설도 전체 중 34%에 해당하였다. 적환시설이 매일 운영·가동됨을 고려하였을 때 청결을 위한 노력이 병행될 필요가 있다([그림 4-7]).



(1) 체크리스트 유무



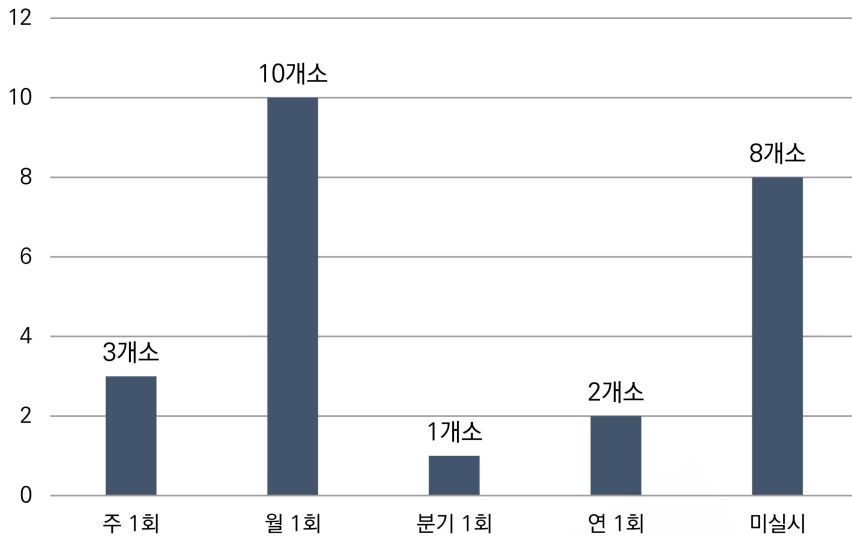
(2) 시설 밀폐화 유무



(3) 청소주기

[그림 4-7] 악취저감 노력

마지막으로 적환장시설의 악취저감 교육의 주기를 살펴보면 시설마다 상이했지만 주 1회 교육이 실시되는 곳이 12.5%(3개소), 월 1회 이상 실시되는 곳이 42.6%(10개소) 등 실시 비율은 67%였다. 그러나 악취저감을 위한 교육을 실시하지 않는다고 응답한 시설은 전체 33%(8개소)로 교육이 비교적 자주 실시되고 있는 시설도 있었지만 교육이 실시되지 않는 시설 역시 적지 않은 비중을 차지하여 개선이 필요하다. 특히 교육이 실시되고 있지 않은 곳의 45%는 최근 3년간 악취관련 민원이 발생한 시설이기도 한 것으로 조사되어 서로 연관성이 있을 것으로 보인다([그림 4-8]).



[그림 4-8] 악취저감을 위한 교육주기

2_국외사례조사

1) 일본 악취관리법 개요

일본은 1960년대부터 7대 공해 중 하나로 악취를 규정하여 관리해 왔다. 일본 환경성에서는 「악취방지법」(Offensive Odor Control Law)을 1971년 6월에 제정하였고 특정 악취 물질 22개를 지정하여 공장·사업장⁴⁾을 규제하였다. 「악취방지법」 제정으로 악취의 민원은 21,576건(1972년 쇼와 47년)을 정점으로 이후 지속적으로 감소하여 약 1만 건(1993년 헤이세이 5년)을 밑돌았다. 하지만 시간의 변화함에 따라 민원의 증가 및 민원발생 업종에도 변화가 보이는 등 새로운 대책마련의 필요성이 커졌다. 이에 따라 1995년(헤이세이 7년) 법 개정을 통해 복합냄새나 미규제물질에 대응할 수 있도록 후각측정법에 의한 ‘취기 지수 제도’⁵⁾를 도입하였다.

4) 법 제정 당시 농·축산업이 악취민원건수의 약 30%를 차지하여 악취의 원인이 되는 물질을 규제하는 것이 효율적이었다.

5) 취기 지수 제도는 측정된 복합악취 화석배출 강도를 측정계산식으로 지수화하여 단계에 따라 악취배출규제를 실시하는 제도이다.

[표 4-2] 일본 악취방지법의 변천

년도	주요 변경 내용
1971년	「악취방지법」(Offensive Odor Control Law) 제정, 22개 물질 지정·규제
1995년	악취발생업종 변화 및 늘어나는 민원에 따라 후각측정법에 의한 법 개정을 통하여 ‘취기 지수 제도’ 도입
2000년	악취민원에 대응하기 위해 ‘취기지수 규제제도’ 활용·사고 시 조치강화·악취측정 업무 종사자 제도 법률 정비, 지방분권화 도모하기 위한 「지방분권 추진 일괄법 제정」
2001년	「악취방지법」 시행령을 개정해 규제지역 지정 및 설정에 관한 사무권한을 지자체로 이양

이후 2000년(헤이세이 12년)에는 법을 일부 개정하여 ‘취기지수 규제 제도’의 활용, 사고 시 조치강화, 악취 측정 업무 종사자 관련 제도를 법률로 정비하였다. 또한 2000년 악취 방지법 시행의 행정권한을 지방으로 이양하기 위한 관계법의 정비 등에 관한 법(「지방분권 추진일괄법」) 개정이 이루어져 악취의 측정 및 규제권이 시장·촌장의 자치업무로 변경되었다. 2001년(헤이세이 13년) 4월 1일부터는 「악취방지법」 시행령을 개정하여 「악취방지법」에 근거한 규제지역 지정·규제기준 설정 등에 관한 사무권한이 특례시(市)의 장(長)에게도 주어졌다. 일본 「악취방지법」의 변천은 [표 4-2]와 같다.

이러한 일본의 악취방지법은 사업활동에 수반하여 발생하는 악취를 방지하지 위한 필요한 규제를 실시 및 추진하여 국민의 생활환경 보전 및 건강보호에 이바지하는 것을 궁극적인 목표로 삼고 있다.

[표 4-3] 일본 악취방지법 주요내용

조항	조문	내용
제 1조	목적	악취 규제 실시·대책 마련해 국민 건강보호에 이바지함
제 3조	규제지역	생활환경을 보전하기 위해 악취방지가 필요하다고 인정하는 주택이 모여 있는 지역(2013년 기준 1, 282 시구읍면)
제 5조	규제기준	부지경계선상(1호), 기체배출구(2호), 배출수(3호) 기준
제 6조		도도부현 지사 또는 시장·촌장의 의견 청취
제 7조		규제지역의 지정 등의 공시
제 7조		규제기준의 엄수 의무

법에 의한 규제의 경우 ‘특정악취물질’ 지정 및 ‘취기지수’ 그리고 규제기준의 범위를 설정하고 도도부현의 공시에 따라 시정촌창의 의견 청취를 통하여 규제기준, 규제지역을 지정하여 악취를 규제하게 된다. 매년 전국의 도도부현 및 시특별구를 대상으로 악취를 방지하기 위한 대책의 하나로 각종 조치의 시행여부 등에 대해 조사 및 결과를 공포하고 있으며, 자체기준을 갖춘 지자체는 73.6%에 해당한다. 일본악취방지법의 주요내용은 [표 4-3]과 같다.

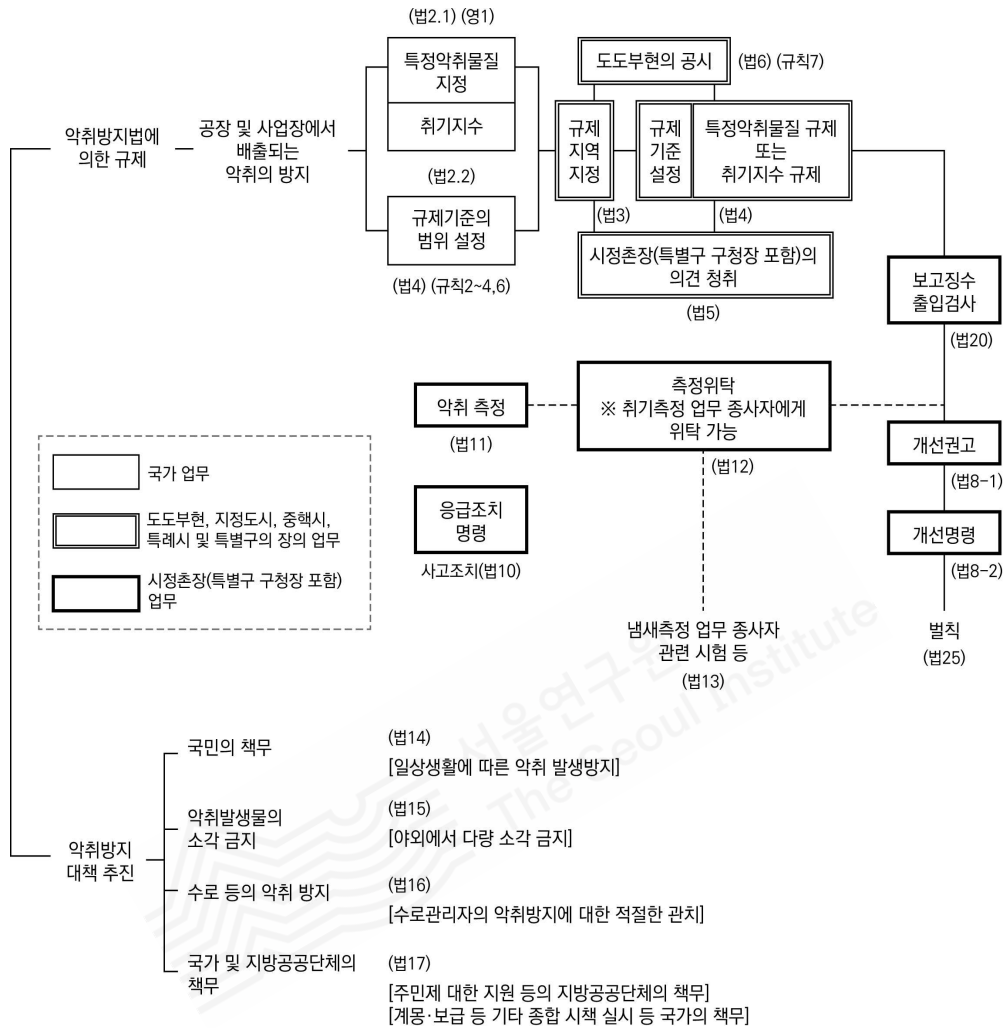
악취방지 대책의 추진은 총 4가지로 구성된다. 첫째, 일상생활에 따른 악취발생을 방지하기 위한 국민의 책무, 둘째, 야외에서 다량 소각을 금지하기 위한 악취발생물의 소각 금지, 셋째, 수로관리자의 악취방지에 대한 적절한 관리, 넷째 구민에 대한 지방공공단체의 책무이다.

일본은 악취방지법을 통하여 2013년 악취민원 수가 13,792건으로 2012년 대비 619건 감소하여 10년 동안 지속적으로 감소하고 있다. 민원 내역을 살펴보면 야외 소각이 3,701건(전체 26.8%)으로 가장 많았고, 그 다음은 서비스업기타(2,097건, 15.2%), 개인 주택·아파트·기숙사(1,621건, 11.8%) 순으로 나타났다. 특히, 개인주택·아파트·기숙사의 불만 건수가 전년도 대비 15건(0.9%) 증가하였다.

2) 악취방지법 방지체계

「악취방지법」의 규제대상은 사업장에서 사업활동에 의하여 발생하는 악취로 규제방식은 악취의 원인이 되는 물질을 ‘특정악취물질’로 규정하여 배출농도와 후각측정법을 이용하여 측정되는 ‘취기지수’(법 제2조 제2항)의 두 가지 규제기준이 있다⁶⁾. 이와 같은 「악취방지법」 체계는 [그림 4-9]와 같다.

6) 동일 지역에 대해서는 두 가지 기준 중 하나만을 적용하도록 법 제4조에 규정되어 있음.



출처: 일본 환경성(<http://www.env.go.jp/air/akushu/low-g.pdf>)

[그림 4-9] 일본 악취방지법의 체계

(1) 특정악취물질 규제 기준

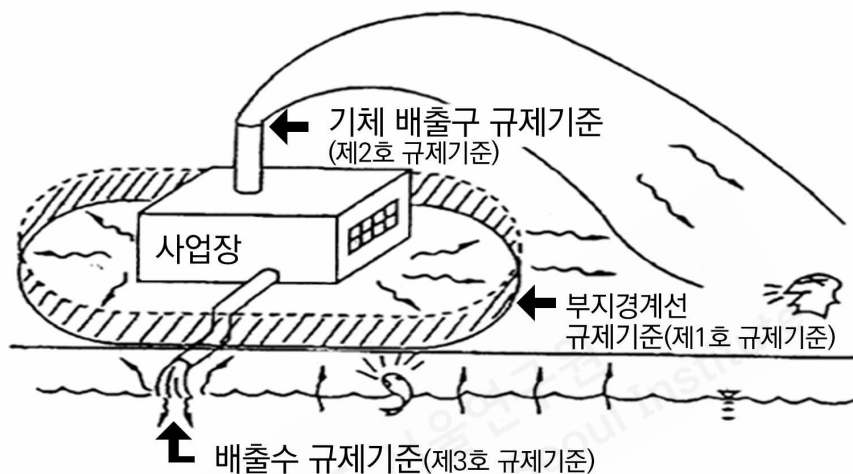
특정악취물질의 규제는 물질별로 농도를 측정(기기분석법)하여 물질별로 설정된 규제기준과 비교함으로써 준수사항을 판단할 수 있다. 이 규제방식은 1971년 법 제정 당시 암모니아, 황화수소 등 5개 물질을 지정하였고 이후 지속적으로 규제물질을 추가하여 현재 22개 물질이 지정되어 있다([표 4-4]).

[표 4-4] 규제기준이 있는 특정악취물질명과 취기강도 농도

특정악취물질	규제기준의 설정			취기강도에 해당하는 농도(ppm)		
	제1호	제2호	제3호	취기강도 2.5	취기강도 3.0	취기강도 3.5
암모니아	○	○		1.0	2.0	5.0
메틸 메르캅탄	○		○	0.002	0.004	0.01
황화수소	○	○	○	0.02	0.06	0.2
황화메틸	○		○	0.01	0.05	0.2
이황화메틸	○		○	0.009	0.03	0.1
트리메틸아민	○	○		0.005	0.02	0.07
아세트알데히드	○			0.05	0.1	0.5
프로피온 알데히드	○	○		0.05	0.1	0.5
n-부티르알데히드	○	○		0.009	0.03	0.08
i-부티르알데히드	○	○		0.02	0.07	0.2
n-발레르알데히드	○	○		0.009	0.02	0.05
i-발레르알데히드	○	○		0.003	0.006	0.01
i-부틸알코올	○	○		0.9	4.0	20
에틸아세테이트	○	○		3.0	7.0	20
메틸이소부틸케톤	○	○		1.0	3.0	6.0
톨루엔	○	○		10	30	60
스티렌	○			0.4	0.8	2.0
자일렌	○	○		1.0	2.0	5.0
프로피온산	○			0.03	0.07	0.2
n-뷰티르산	○			0.001	0.002	0.006
n-발레르산	○			0.0009	0.002	0.004
i-발레르산	○			0.001	0.004	0.01

출처: 일본 환경성, 「악취방지법 시행령」

규제기준은 부지경계선 규제기준(제1호 규제기준), 기체배출구의 규제기준(제2호 규제기준) 및 배출수 규제기준(제2호 규제기준)이 있다.⁷⁾ 특정악취물질의 측정방법은 종류별 포집방법, 측정방법 및 사용기기에 대해서 차이가 있다. 규제기준은 위치별로 부지경계선 규제기준(제1호 규제기준), 기체배출구의 규제기준(제2호 규제기준), 배출수 규제기준(제2호 규제기준)으로 규정되어 있으며 위치는 [그림 4-10]과 같다.



출처: 악취대책행정가이드북(臭気対策行政ガイドブック) <https://www.env.go.jp/air/akushu/guidebook/01.pdf>

[그림 4-10] 일본 위치별 악취규제기준

(2) 취기지수 규제 기준

취기지수는 환경청고시 제63호 「취기지수 및 악취 배출강도의 산정 방법」(이하 후각측정법)의 간접법을 활용한다는 부분에서는 국내와 동일하나 6단계 악취강도 표시법 및 3점 비교식 활용방법을 통해 규제한다는 차별성을 가진다. 검정법과 하강법을 동시에 활용한 악취강도에 대한 취기지수 값은 2.5~3.5에 대응하는 지수에서 규제하며 악취강도 및 이

7) 1~23호 규제기준으로 나눈 이유는 사업장의 건물 및 전체로부터 배출되는 경우 밖으로 내보내지 않는다는 관점의 경우, 굴뚝과 같은 배출구가 부지 경계를 넘어 바깥지역으로까지 영향을 미치는 경우, 화장터와 같이 기화/증산 등 부지 외로 배출되는 경우가 있기 때문에 세 종류로 규제기준을 마련하였다.

8) 악취대책행정가이드북, (臭気対策行政ガイドブック) <https://www.env.go.jp/air/akushu/guidebook/01.pdf>

에 따른 취기지수는 [표 4-5]와 같다. 각 악취강도에 따른 취기지수는 규제기준(10~21)을 설정하여 지정한다.

[표 4-5] 악취강도 및 취기지수

악취강도	2.5	3.0	3.5
악취지수	10~15	12~18	14~21
취기지수 = $10 \times \log(\text{악취농도})$			

3) 공공환경시설에서 활용 중인 악취저감시설

(1) 하수·폐수처리시설

하수 및 폐수처리시설은 일반적으로 가정과 사업장에서 발생하는 하·폐수를 처리하는 시설이다. 하수·폐수처리시설의 악취는 황화수소, 메틸메르캅탄, 황화 메틸 등 유황계 악취 물질이 주를 이룬다. 따라서 이와 같은 물질을 저감하기 위한 기준을 지정하고 있으며 법적규제는 다음과 같다. 제1호 규제(취기지수 2.5에 해당하는 부지 경계선 규제기준)이 기도 하지만 탈취장치에서 설정한 목표치 및 탈취장치의 계획 및 사양은 [표 4-6]과 같다.

[표 4-6] 하수처리시설의 탈취장치의 계획 및 사양

구분	내용
악취발생 공정	하수처리시설의 침사지설비에서 발생하는 악취
악취가스량 및 온도	100m ³ /분, 상온(20°C)
악취 성분 및 농도	황화수소 0.6 ppm 메틸 메르캅탄 0.07 ppm 황화 메틸 0.04 ppm 이황화 메틸 0.005 ppm 암모니아 2.0 ppm
가동 조건	24시간/일 × 365일/년 = 8,760시간/년
규제	악취방지법, 현 조례
탈취 효율 목표	탈취 설비 출구에서 악취 강도 2.5에 해당하는 농도
기타 설비 조건	보조연료(A중유), 전기(200V), 물

출처: 일본의 환경기초시설의 악취 규제 및 관리 방안, 한국환경정책·평가연구원

하수·폐수 처리시설의 악취발생지점은 저장조, 최초침전지, 폭기조, 농축조, 혼합오니조, 탈수기, 케익호퍼, 건조기, 탈취합을 통하여 악취발생지점에 대하여 소취·탈취제 또는 배수처리제를 사용하여 악취를 저감하고 있다.

악취발생지점이 많고 저농도의 악취물로 이루어진 하수·폐수 처리시설의 악취를 저감하기 위한 시설의 설비 조건은 악취제거효율을 고려하여 다양한 설비를 복합적으로 활용하고 있다. 예를 들어 활성탄 흡착장치를 단독으로 사용하는 것보다 악액세정법을 동시에 사용하는데 이럴 경우 유지관리비를 50% 정도를 절감할 수 있다.

(2) 퇴비화시설(음식물처리시설)

음식물 쓰레기는 가정폐기물의 30~40%를 차지하고 있다. 특히 음식물 쓰레기는 고농도의 암모니아 등의 자극이 강한 냄새가 발생하여 퇴비 원료 저장소의 악취는 혐오감이 강하다. 또한 암모니아의 농도를 낮추기 위한 환기방법이 필요하며, 더불어 악취가 외부로 새어 나가지 않기 위한 방안을 마련해야 한다.

퇴비화시설에서 발생하는 악취에 대한 법적규제는 다음과 같다. 현의 조례 제1호 규제(취기지수 2.5에 해당하는 부지 경계선 규제기준)로 설치해야 하는 탈취장치의 계획 및 사양은 [표 4-7]과 같다.

[표 4-7] 퇴비화시설의 탈취장치의 계획 및 사양

구분	내용
악취발생 공정	가축분뇨 퇴비화시설, 원료 보관소 및 저장조
악취가스량 및 온도	30m³/분, 15~30℃
악취 성분 및 농도	황화수소 20~30ppm, 메틸메르캅탄 1~3ppm 황화메틸 1~3ppm, 이황화메틸 1ppm 암모니아 20~50ppm
가동 조건	24시간/일
규제	일본 현의 조례(물질농도규제)
탈취 효율 목표	황화수소 및 암모니아의 제거율 95%이상
기타 설비 조건	전기, 물 공급

출처: 일본의 환경기초시설의 악취 규제 및 관리 방안, 한국환경정책·평가연구원

(3) 적환장시설

쓰레기 적환장과 같은 환경 기초시설에서는 폐기물을 처리하는 과정에서 악취가 많이 발생한다. 일반적으로 악취는 황화수소, 프로피온산(저급지방산), 암모니아 등의 물질로 배출되며, 인근 주민들에게 많은 민원의 대상이 된다. 일본의 적환장시설 처리공정은 쓰레기의 수집 및, 선별 그리고 분류에서 재활용까지 이루어진다. 적환장에서의 주 악취발생원은 운반차량(반입), 투입구, 호퍼, 호퍼 오수, 실내, 운반차량(소각로 이동), 탈취탑이며 전 단계에 걸쳐 소취 및 탈취제를 사용하고 있다. 그 밖에도 밀폐된 공간에서의 작업을 통해 악취를 방지하기 위한 노력을 병행하고 있다.

일본 오무타(Omuta)시의 적환장시설은 친환경적으로 폐기물을 처리하고 있다. 해당 시설은 폐기물의 에너지화를 위해 설치된 이 적환장시설은 폐기물의 반입, 파쇄, 선별, 건조, 분쇄, 성형단계를 거치게 된다. 반입단계에서 반입된 폐기물은 먼저 선별을 거치지 않고 우선 파쇄단계를 거친다. 이후 선별을 거쳐 바로 연소되는데 연소로에서 열분해과정을 거쳐 처리 된다. 사용되는 연료는 등유로서 유지관리비가 비싸다는 단점이 있지만 건조과정을 거치지 않아 폐기물을 즉각적으로 처리할 수 있다는 장점을 갖는다. 건조된 폐기물은 폐기물고형화시설(Refuse Derived Fuel, RDF)을 통하여 일정한 크기와 강도로 압출 및 성형된 후 소석회를 투입하여 부패 및 악취가 없다. 소각과정을 거치며 생산된 재활용 산물은 지역에서 판매된다.

하수·폐수처리시설, 퇴비화시설, 적환장시설에서의 악취를 저감하기 위한 저감시설과 탈취 방식은 [표 4-8]과 같다.

[표 4-8] 환경기초시설의 악취발생원 및 탈취 방식

업종	주요 악취발생원	적용 가능한 탈취 장치
쓰레기처리장	- 쓰레기 보관조 - 쓰레기 소각로 - 쓰레기 적환장	- 흡착법(교환법) - 약물세척법 - 소·탈취제법 - 연소법(직접촉매)
분뇨처리장	- 투입장, 압축 수집운반차 배기 - 저장조(탱크) - 스크류 프레스 - 세목 스크린	- 약물세척법 - 흡착법(교환법) - 충전탑식 생물탈취법 - 소·탈취제법
퇴비화시설	- 원료 반입 - 저장조(탱크) - 발효 시설	- 약물세척법 - 충전탑식 생물탈취법 - 토양탈취법 - 흡착법(교환법) - 오존산화법(습식)

출처 : 방탈취기술의 적용에 관한 안내서(일본 환경성 환경관리국 대기생활환경실, 2003) pp. 36~37

4) 일본사례의 시사점

일본은 국내 악취방지체계와 유사한 면을 보인다. 중앙정부는 규제기준을 마련하고 시책을 수립하는 주체가 된다. 지자체는 중앙정부가 설정한 기준을 토대로 규제지역의 규정과 배출기준을 설정·관리하는 시행 주체이다. 하지만 지역별로 상이한 기준을 설정할 수 있으며 악취저감 목표를 수립하는 부분은 한국과 다른 점이다.

악취물질 규제는 한국과 일본 모두 지정된 악취물질(22종)과 취기지수를 활용한 복합악취를 토대로 관리되고 있다. 그러나 일본은 국내방식과 달리 복합악취에 대응하기 위해 악취판정사에 의한 후각측정법이 실시되고 있다. 1998년부터 시행되고 있는 악취판정사제도는 정상적인 후각을 가지고 있는 사람들을 대상으로 악취농도를 측정하는 방법, 악취에 대한 규제내용, 악취를 배출하는 사업장에 대한 행정지도요령 및 악취통계처리기법 등에 대한 내용을 토대로 자격증을 발급하고 있다. 악취판정사는 매년 평균 100명을 선발하며, 2007년 기준 약 2700여 명의 악취판정사가 활동하고 있다.

전반적으로 국내 악취방지법은 일본의 악취방지법과 유사하나 일본에 비해 미흡한 부분이 많은 실정이다. 특히 일본은 악취판정사 제도를 도입한 유일한 국가로 사업장뿐만 아

나라 생활분야에서의 악취까지 관리하고 있다는 부분에서 시사하는 바가 크다. 좁은 지역에 악취유발원이 밀집되어 악취문제가 발생하고 있는 일본과 우리나라는 악취의 피해정도가 상대적으로 크기 때문에 그에 따른 악취를 저감하기 위한 방안이 역시 일반적인 악취 방지 방안과는 달리 접근되어야 할 필요성이 있다.



05

공공환경시설의 악취관리 방향

- 1_공공환경시설의 생활악취 관리를 위한 기본방향
- 2_기본전략
- 3_세부전략

05 공공환경시설의 악취관리 방향

1 공공환경시설의 생활악취 관리를 위한 기본방향

1) 생활권에 위치한 공공환경시설의 악취관리를 위한 제도적 기반 강화

공공환경시설의 악취관리를 위해서 가장 중요하다 판단되는 것 중 하나는 악취관리 기반을 조성하는 것이다. 특히 서울시민들의 생활수준이 높아져 악취의 체감이 크게 늘어나면서 악취관리의 강화를 요구하는 현상이 두드러짐을 고려할 때 강화된 악취기준을 지방조례로 제정할 필요가 있다.

공공환경시설도 제도적으로 강화된 악취관리기준이 있어야 합리적으로 관리할 수 있다. 현재의 행정지도와 같은 방법으로는 적절하게 악취관리를 통제할 수 없다. 따라서 악취관리 기반을 위한 제도적 기반을 강화하는 것이 무엇보다도 절실하다.

2) 공공환경시설의 지속성을 위한 악취민원 최소화

공공환경시설의 악취관리방안 주안점은 주민들의 민원발생이다. 민원발생의 장기화는 공공환경시설 운영 및 관리의 지속성에도 영향을 미칠 수 있다. 민원의 최소화를 위해 악취관리가 필요한 실정이다.

공공환경시설의 운영관리는 제도적 기준을 준수하는 것도 중요하지만 지역 주민들의 민원경감에 초점을 맞추어 운영·관리해야 한다. 지금보다 더 악취관리에 세심하게 접근하면 악취발생을 최소화할 수 있을 것이다. 따라서 악취관리 방향은 개별 시설에서 발생하는 민원을 최소화하는 것에 초점을 맞추어야 한다.

3) 공공환경시설별 특성에 따른 악취발생원 정밀관리대책 수립

공공환경시설은 크게 물재생센터, 음식물 쓰레기 자원화센터, 쓰레기 적환장이다. 시설별로 특정 처리공정에서 악취가 집중적으로 발생하고 있는데, 주요 악취발생원과 악취물질

을 대상으로 그 특성에 맞는 관리대책을 수립하여야 한다.

4) 미래의 도시생활악취관리를 위한 시민참여 등 시스템 구축

도시의 건강한 생활환경 영유를 위한 공공환경시설 생활악취 관리는 시설의 개선, 악취기준의 상향 조정, 악취모니터링을 통한 주기적인 관리 등이 필요하다. 무엇보다도 향후 미래의 악취관리시스템에 중요한 사항은 시민참여를 통한 상향적 관리이다. 즉 시민에게 투명하게 공개된 악취관리시스템을 구축하는 것이다. 시민들의 요구와 이해를 바탕으로 수립되는 악취관리시스템의 구축이 최상의 대안이 될 수 있다.

2_기본전략

1) 복합악취의 배출허용기준 강화

현재 복합악취 측정은 2가지 악취물질이 혼재할 경우 효과적으로 판단할 수 있는 방법이다. 우리나라 악취배출기준의 설정은 원래 산업단지 내 산업장을 대상으로 실시하던 것이다. 그 후 이 기준을 공업지역과 기타지역(도시 등)으로 구분하여 확대하였다. 원래 공업지역 기준의 설정은 악취발생업체를 집단화하여 관리하는 단지를 대상으로 기준이 설정되었다. 이 기준을 기반으로 기타지역으로 확대되었기 때문에 시민이 많이 거주하는 도시지역에서는 관리기준이 느슨하다. 따라서 서울 같은 대도시지역은 보다 엄격한 기준을 적용하는 것이 필요하다.

그러므로 최근 제정된 「서울시 생활악취저감 및 관리에 관한 조례」를 공공환경시설 등의 배출허용기준을 강화하는 내용을 포함하는 「서울시 악취관리 조례」로 확대 개정할 필요가 있다.

2) 지정악취물질 배출허용기준은 현행수준 유지하되 점진적 강화

지정악취물질 배출허용기준을 강화하기 위해서는 많은 자료 및 분석을 바탕으로 이루어져

야 한다. 이를 위해 국립환경과학원과 서울시 보건환경연구원은 강화된 기준치를 토대로 자료를 축적·연구하여 구체적인 수치를 제시하는 것이 필요하다. 따라서 지정물질악취 배출허용기준은 현행수준을 유지하되 점진적으로 강화된 기준치를 제시하는 것이 필요하다.

3) 악취발생원을 중심으로 밀폐화시설 설치를 통한 관리

악취민원을 줄이기 위해서는 악취발생원에서 악취가 배출·확산되는 것을 방지하고 최소화 하하는 노력이 필요하다. 특히 적환장은 폐기물 야적이 무계획적으로 이루어져 악취배출 과 민원발생을 야기하고 있다. 따라서 적환장의 경우 지붕 및 세부칸막이 시설 등 밀폐시설의 설치를 의무화하여 악취배출을 최소화하는 것이 필요하다.

4) 악취민원 최소화를 위한 시설의 탄력적 운영관리 실시

물재생센터와 음식물자원화시설은 폐기물과 처리공정의 특성상 처리시설의 운영 및 관리를 탄력적으로 실시하기 어려운 측면이 있다. 그러나 적환장시설은 기상 상황에 따라 운영관리를 탄력적으로 실시하는 방안이 고려될 수 있다. 예를 들어 기압이 낮고 흐린 날은 악취 배출이 평상시에 비해 많이 발생하며 확산이 진행될 가능성이 높다. 따라서 상주인구의 활동시간 및 기후·기상에 따라 작업을 최소화하는 등의 방법을 고려해 보아야 한다.

5) 시설별 특성을 고려한 발생원별 정밀악취관리 대책 수립

물재생센터에서 대량으로 발생하는 공정은 보통 슬러지 처리 계통이다. 특히 탈수처리 후 야적·적재하는 장소에서 심한 악취가 발생하고 있다. 그 이유는 작업이 이루어지는 환경과 깊은 연관이 있는데 건조된 슬러지를 적재 시 적재장소가 협소하여 밀폐가 용이하지 않고 야적장에서 보관할 경우 많이 발생한다. 물재생센터의 또 다른 대량 악취발생원은 정화조분뇨 반입 시 발생한다. 물재생센터에서 정화조분뇨를 처리하고 있는데 이들 분뇨의 처리장으로 반입은 개방된 공간에서 이루어지기 때문에 심한 악취가 발생하고 무분별하게 확산되는 경향이 있다. 이와 같은 상황을 토대로 개방된 악취배출원으로부터 악취의 확산을 차단하고 폐기물을 유입·처리할 수 있는 밀폐처리시설을 설치하는 것이 필요하다.

음식물 쓰레기자원화시설은 자원화시설에서 생산하는 산물에 따라 처리공정이 달라지나 크게 음식물 쓰레기의 반입, 저장, 선별, 파쇄, 탈수 등의 물리적 처리과정과 건조 또는 소화처리 등의 열처리과정으로 구분이 가능하다. 주요 악취발생공정은 반입 및 저장, 이동 및 운반(콘베이어 등)시설과 건조공정에서 발생한다. 가능한 악취발생원으로부터 1차적으로 밀폐시설을 설치하는 것이 가장 중요하다. 특히 처리공정 간 폐기물의 이송이나 야적 시 악취가 대량으로 발생하는 것으로 조사되었다. 중간산물과 최종산물의 일시 저장 시 밀폐된 공간에서 진행되는 것이 악취를 최소화하는 필수과정이다.

쓰레기 적환장은 소형트럭에서 대형트럭으로 적환하기 위해 일시 저장하는 시설로 적환과정에서 악취가 발생하고 있다. 다수의 적환장이 밀폐화시설 설치가 되어 있지 않기 때문에 차량이 출입되는 과정에서 악취가 발생한다. 따라서 폐기물의 적환장소나 저장·보관 장소를 밀폐화시키는 것이 가장 중요하다.

6) 악취관리를 위한 제도운영 개선

밀폐화 시설을 설치하기 위해서는 먼저 건축법에 따라 인·허가 과정이 뒤따라므로 현행 제도상 설치가 용이하지 않은 편이다. 그러나 보다 근본적인 악취저감을 위해서는 시설의 지붕이나 덮개, 에어커튼 등 밀폐화 시설 설치가 용이하게 제도의 변경과 지원이 병행될 필요가 있다. 또한 현재 악취측정은 연간 1회도 이루어지지 않는 시설이 대부분으로 반기나 분기별로 악취실태조사를 진행할 필요가 있다. 특히 부지경계에서 발생하는 복합악취의 모니터링을 실시하고, 매주 주기적으로 세척 청소 및 유용미생물을 투입하여 악취를 최소화하기 위한 시설의 운영관리의 제도적 지침 마련이 필요하다.

7) 시설별 자체 모니터링 및 주기적인 세척 강화

각 시설에 대한 자체 모니터링을 강화하고, 시설과 설비의 주기적인 세척 및 청소를 통해 작업환경을 개선하는 방안을 마련해야 한다. 특히 재활용시설이나 적환장의 경우 콘베이어 벨트나 쓰레기 보관시설은 주기적으로 세척제를 이용한 세척이 이루어져야 한다. 비록 비용과 시간이 소요되는 단계이지만 이런 구체적인 생활악취저감방법이 이루어져야만 민

원발생 등이 최소화될 수 있다.

8) 공공환경시설 중 비교적 큰 시설은 시민참여 관리운영 실시

장기적으로 각 시설별로 시민참여 방안을 마련하고, 시설별 시민높이에 맞는 악취저감 방안을 수립하여야 한다. 이를 위해 악취발생과 저감대책 등을 투명하게 공개하여 시민의 이해를 구하는 시스템을 확보하는 것이 필요하다.

3_세부전략

1) 현 조례를 「서울특별시 악취관리에 관한 조례에 복합악취 15배수에서 12배수로 개정

현재 악취관련 지방조례는 생활악취로 범위가 국한되어 있다. 따라서 공공환경시설이나 사업장의 악취를 관리하기 위해서는 기존 생활악취관련조례를 「서울시 악취관리 조례」로 확대 개정되어야 할 필요가 있다. 여기에 배출허용기준과 관련하여 부지경계지역에서 발생하는 복합악취기준을 현행 15배수에서 12배수로 강화하는 조항을 추가한다. 「악취방지법」에는 엄격한 배출허용기준을 지방조례로 설정할 수 있도록 규정되어 있어 해당 규정에 의거하여 「서울시 악취관리 조례」에 복합악취기준 관련 조항을 신설하여 강화하도록 한다.

복합악취를 측정하는 공기희석관능법은 판정요원들의 후각 역치가 반영되는 측정·평가되는 방법으로 매 단위수를 측정하지 않는다. 따라서 복합악취 기준이 15배수에서 12배수로 강화될 경우 이는 3배수가 강화된 것이 아니라 기존에 비해 한 단계 강화된 기준이 되는 것이다. 따라서 공공환경시설에 우선적으로 적용하여도 부담이 되는 기준이 아니라고 판단된다. 공공환경시설에서 측정한 복합악취 데이터를 토대로 강화된 기준(12배수) 적용 시 측정기준을 초과하는 대상은 전체 6% 정도이다. 즉 강화하여도 공공환경시설의 악취관리 부담은 그다지 크지 않다.

2) 모든 악취배출시설에 강화된 악취배출허용기준(복합악취 12배수)의 적용은 5년 정도의 유예기간을 두고 적용

모든 악취배출업소에 이 악취배출허용기준의 적용은 5년 정도 유예하는 조항을 두고 적용하도록 한다. 이 기준의 적용을 받는 업소(시설)에서 준비할 수 있는 기간을 주는 것이 필요하다.

3) 공공환경시설의 중간 및 최종산물의 야적(보관)장 밀폐관리 강화

악취가 대량으로 발생하여 민원을 야기할 가능성이 있는 시설의 공정은 추가적으로 밀폐화를 추진하는 것이 바람직하다. 특히 중간산물이나 최종산물 등을 개방된 장소에 야적하는 경우 악취가 심하게 배출되어 외부로 유출되는 것은 물론이고, 내부 작업자의 건강에도 악영향을 미칠 수 있다. 따라서 주요 공정별 밀폐화된 악취저감시설 설치 등을 세심하게 검토·설치하면 악취저감에 크게 기여할 것이다.

또한 적환시설은 대부분 지붕과 밀폐시설이 설치되어 있지 않다. 따라서 개별 시설에 대해 지붕과 밀폐시설을 설치하는 것이 중요하다. 이 시설은 작업시간이 한정되어 짧은 시간 작업이 이루어지고 있어도 밀폐시설을 설치하는 것이 악취저감에 큰 효과를 가져 올 수 있다.

4) 쓰레기 적환시설과 재활용시설의 경우 호린 날과 시민 활동시간 등은 배제하여 탄력적으로 운영관리

악취의 강도는 기상조건과 밀접하게 관련이 있다. 특히 호린 날이나 기압이 낮은 날에는 악취가 넓게 퍼져, 평소에는 냄새가 나지 않았던 시설도 악취로 인한 민원이 발생하는 경우가 많다. 따라서 상시 운용될 수밖에 없는 물재생센터와 음식물 쓰레기자원화시설을 제외하고 적환장은 특정 기상·기후 조건과 지역주민의 주 활동시간대에 시설의 운용을 줄이는 방식으로 운영·관리의 탄력성을 갖출 필요가 있다.

5) 공공환경시설의 공정 중 주요 악취발생원에 대한 세부 관리방안 수립

처리공정별 악취발생원과 시설의 특성 및 위치에 따른 각기 다른 악취발생원에 대해 정밀 분석을 실시하여 주요 배출원에 대해 세부 악취관리방안을 수립한다. 세부관리방안은 시설을 관리하는 관리자와 전문가, 관련 공무원 등이 협력하여 수립하는 것이 바람직하다.

6) 처리시설이나 보관시설의 주기적 세척과 청결 유지

재활용시설의 경우 주요 발생원을 철저히 관리하여 악취를 차단하였어도 컨베이어 등 세부시설에서 악취가 지속적으로 배출되고 있다. 따라서 컨베이어나 차량에 의한 적환장소 등은 주기적으로 세척이 이루어져야 한다. 이와 함께 유용미생물 등을 투여하여 악취를 저감하는 방안도 고려하고, 작업장의 청결상태를 양호하게 유지·관리하기 위한 노력이 동반되어야 한다.

7) 시설별 주기적 모니터링 실시

악취저감을 위해서는 시설의 악취발생 정도를 측정·파악하는 것이 중요하다. 그러나 악취는 특성상 악취물질의 이동과 확산, 시간대별로 국소적으로 발생하는 등 측정자체가 어렵기 때문에 측정의 빈도가 높을수록 악취발생 실태를 정확하게 파악할 수 있다. 다만 측정 횟수는 곧 비용과 직접적인 연관이 있기 때문에 적절한 수준에서 주기적으로 모니터링의 실시할 필요가 있다. 또한 주기적인 모니터링은 악취저감 방안과 시책수립을 좀 더 현실성 있게 반영할 수 있는 계기가 될 수 있다. 모니터링 주기는 최소한 분기별로 실시하는 것이 바람직하다.

8) 시설별 악취관리 매뉴얼 및 체크리스트 개발

공공환경시설별 악취저감을 위한 가이드라인(또는 매뉴얼)을 작성하고 이를 시설사용자 및 관리자에게 배포·교육할 필요가 있다. 특히 공정별·저감시설별로 적용이 가능한 체크리스트를 현장에 비치하여 일일점검, 격일, 주일 점검 등으로 구분·관리한다. 적환시설의 개략적인 체크리스트(안)은 [표 5-2], [표 5-3]에 제시하였다.

9) 시민 참여방안을 마련하여 시민의 눈높이에 맞는 악취방지 방안 실시

악취방지 방안의 정책적 대상은 악취배출시설이지만 정책수혜군은 지역주민이 되어야만 한다. 즉 방주시책과 방안을 구상·수립 시 지역주민이 함께 참여하여 방안을 마련하는 과정이 매우 중요한 것이다. 예를 들면 현재 악취배출 기준보다 강화된 악취관리를 실시하고자 하거나 시설 주변에 악취배출 저감을 위한 추가적인 시설 설치에 대해 공청회를 통해 공감대를 확보하는 등의 노력이 하나의 예가 될 수 있을 것이다. 지역주민이 직접 악취관리에 참여하는 것만으로도 악취관리에는 큰 진전이 있을 것이다. 또한 시민의 눈높이에 맞는 악취관리를 실시하는 것이 향후 미래의 악취관리 방향과 부합할 것이다. 공공환경시설의 악취관리방향을 정리하면 [표 5-1]과 같다.

[표 5-1] 공공환경시설 악취관리방안

기본방향	기본전략	세부전략
생활권에 위치한 공공환경시설의 악취관리 제도적 기반 강화	• 복합악취 배출허용기준 강화 • 지정악취물질 배출허용기준 점진적으로 강화	• 복합악취기준(부지경계) 15배수에서 12배수로 강화 • 모든 악취배출시설에 대한 적용은 5년 정도의 유예기간을 두고 실시
공공환경시설의 지속성을 위한 악취민원 최소화	• 공공환경시설의 악취최소화를 위한 운영 관리 강화방안 수립. • 밀폐시설의 설치를 통한 관리. • 시설의 탄력적 운영관리 실시	• 음식물자원화센터의 중간 및 최종 산물의 야적장의 밀폐관리 강화 • 쓰레기 적환장과 쓰레기 재활용시설은 기상기후·활동시간을 고려하여 탄력적 운영관리
시설의 특성에 맞는 정밀대책 수립	• 시설 특성에 따른 발생원 악취관리 강화 • 시설별 모니터링 및 세척실시 강화	• 처리공정 중 주요 발생원에 대한 세부악취관리 방안 수립 • 시설의 설비 및 부속의 주기적 세척과 청결 유지 필요 • 시설별 악취 관리매뉴얼 및 체크리스트 개발
미래 도시생활악취관리를 위한 시민참여 등 시스템 구축	• 공공환경시설 중 비교적 큰 시설은 시민참여 관리운영 실시	• 주기적 악취 모니터링실시 • 시책·방안 수립 시 주민참여 유도

[표 5-2] 적환장 악취관리 체크리스트(안: 시설설치사항 점검)

자체진단 점검사항	점검사항			
I. 배출시설 신고사항	양호	↔	불량	
▷ 배출시설 신고 내용과 실제 시설설치 사항 비교				
▷ 신고서류(허가)와 공정도 일치 여부 확인				
▷ 처리용량 및 처리량 일치 여부 확인				
II. 악취저감 시설 관련	양호	↔	불량	
▷ 악취저감시설(특정시설, 장치) 설치여부 확인				
▷ 신고(허가)시 설계된 규모, 용량, 위치 일치여부				
▷ 악취저감시설의 임의 교체 여부				
▷ 악취저감시설 점검 실시 여부				
III. 민원관련 사항	양호	↔	불량	
▷ 일정기간(최근 1년) 악취민원발생여부				
▷ 시설의 운영기록 보존 여부				
▷ 행정처분 이행 상태				
▷ 적정 대책 수립 여부				
IV. 탄력적 시설운영 계획 관련	양호	↔	불량	
▷ 기상상황을 고려한 시설 운용계획 수립여부				
▷ 주민 활동시간을 고려한 운용최소화 계획 수립여부				

[표 5-3] 적환장 악취관리 체크리스트(안: 상시 점검)

자체진단 점검사항	점검사항			
I. 악취배출시설(공정)	양호	↔	불량	
▷ 배출시설의 파손정도 및 이에 따른 악취 누출 여부				
▷ 신고서류에 기재된 적정 처리용량 준수 여부				
▷ 처리공정 상 오염가능 시설(장치)의 세척관리 여부				
▷ 시설(장치) 주변 청결상태				
II. 악취저감시설	양호	↔	불량	
▷ 악취저감시설 적정운영(탈취제, 용액 용량)				
▷ 악취저감시설 청결상태				
▷ 악취저감시설 주변 청결상태				
III. 산물 및 폐기물 보관	양호	↔	불량	
▷ 폐기물 이송 장치 세척여부				
▷ 폐기물 이송 장치 밀폐화 정도				
▷ 폐기물 및 재활용산물 보관시설의 밀폐화 정도				
▷ 보관시설의 보관기간, 보관능력 준수여부				
IV. 악취 배출 자가 진단	양호	↔	불량	
▷ 배출시설(배출구) 주변 악취발생상태				
▷ 악취저감시설 주변 악취발생상태				
▷ 작업장 부지경계 악취발생상태				

06

결론 및 정책건의

1_결론

2_정책제언

06 결론 및 정책건의

이 연구의 목적은 서울시 소재 공공환경시설의 악취관리 강화방안을 모색하는데 있다. 연구수행방법은 기존에 수행된 연구들을 고찰하고, 공공환경시설별 악취 배출 특성과 운영 상황을 분석하였다. 또한 서울시에서 보유하고 있는 악취측정자료(2010~2015년)와 현행 악취배출기준 및 측정방법을 분석하였다. 그리고 현장조사 및 국내외 사례조사, 적환장 운영의 설문조사를 통하여 악취관리방향과 대책 수립에 참고하였다. 최종적으로는 공공환경시설의 악취관리 강화를 위한 전략을 제시하였다.

1_결론

1) 느슨한 공공환경시설의 배출허용기준

선행연구가 제시하고 있는 악취배출측정조사를 살펴보면 대체로 복합악취와 지정악취물질의 농도가 배출허용기준치를 만족하고 있다. 이와 같은 결과는 최근 5년간 측정된 서울시의 악취배출자료를 검토·분석한 결과와도 유사하다. 5년간 부지경계에서 발생된 복합악취를 측정한 결과 총 215회 중 14회가 현행 기준(15배수)을 초과하여 배출되는 것으로 나타나 전체 93.5%는 배출허용기준을 만족하는 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고 공공환경시설에서 배출되는 악취관련 민원발생 건수는 매년 일정 수준을 유지하거나 증가해 왔다. 따라서 민원발생에 따른 대책 역시 기준이 만족하고 있으므로 효과적인 대책수립이 어렵다. 단지 악취방지법에서 보다 엄격한 배출허용기준을 조례로 정할 수 있도록 하고 있으므로 이에 근거하여 배출허용기준(복합악취기준)을 12배수로 강화하도록 하는 것이 필요하다.

2) 공공환경시설의 세부공정별 악취관리 강화 필요

현재 서울시 소재 공공환경시설은 74개소이며 반입폐기물과 처리공정, 운영의 목적에 따라 물재생센터(하수처리시설), 음식물자원화시설(음식물폐기물 처리시설), 적환장으로 구

분이 가능하다. 시설별로 발생하는 악취발생 특성과 원인이 모두 상이하지만 대체로 공통적인 문제점이 있다. 첫째는 공공환경시설의 주요 악취발생원은 밀폐되지 못하고 있다. 하수처리시설의 경우 슬러지 처리시설 및 정화조분뇨 투입구, 음식물자원화시설의 경우 슬러지 적재 및 폐기물 투입구, 적환장의 경우 파쇄·선별 및 적재 과정이 주요 악취배출원으로 조사되었다. 그러나 이들 공정이 이루어지는 시설은 지붕이나 에어커튼 가설건물이 없이 대체로 개방된 노지에서 이루어지므로 심한 악취를 외부로 확산할 수 있다.

둘째, 시설 및 장치의 환경정리 및 청결유지를 위한 관리가 필요하다. 음식물자원화시설이나 적환장의 경우 투입·파쇄·선별·이송 과정에서 처리시설(장치)이 폐기물에 오염되어 악취발생원이 될 수 있는데, 이를 세척하지 않고 지속적으로 운영하므로서 악취를 발생시키는 경우가 많다. 이들 묵은 악취와 개별공정에서 발생한 악취로 인해 복합적으로 악취가 나타나고 있다.

셋째, 악취관리에 중점을 둔 시설의 운영이다. 적환장시설을 대상으로 조사된 설문조사결과를 보면 응답 24개 적환장 중 70.8%가 지역주민들이 주로 활동하는 주간 작업을 하고 있었으며 87.5%는 8시간 이상 작업하는 것으로 나타나 민원발생이 높을 것으로 예상된다. 또한 시설의 악취관리측면에서 체크리스트를 활용하지 않거나 상시 환경정리(주 1회 미만 34%)와 청소를 실시하지 않고 있어, 악취관리의 취약점이 나타나고 있다.

3) 지역주민의 민원에 초점을 맞춘, 시설특성에 부합하는 전략 제시

공공환경시설은 생활에서 발생하는 폐기물을 처리하는 공공재이다. 따라서 시설의 운영 목적은 지역주민의 생활 여건을 증진시키는데 있다. 따라서 악취관리 방향은 지역주민의 민원에 초점을 맞춰야 한다. 일본은 지역 여건에 맞게 악취의 배출기준을 지자체가 설정하게 되어 있으며 악취배출저감 목표와 활용 가능한 처리장치(저감장치)의 상세 기준을 지자체가 결정·고시 할 수 있다. 반면 국내의 경우 시설의 종류와 지역 여건과는 무관하게 통합적인 기준을 정하고 있기 때문에 악취관리의 효율이 낮을 수밖에 없다. 따라서 민원발생을 감소시키기 위해서는 지역 및 시설의 특성과 여건에 맞는 기준 및 가이드라인이 제시될 필요가 있다.

2_정책제언

1) 제도적 기반 강화를 위한 기준강화 및 적용

「악취방지법」 7조는 지역주민의 건강한 삶 유지를 위해 배출허용기준이 이를 충족하지 못할 경우 ‘엄격한 배출허용기준’을 지방조례로 지정하여 관리할 수 있음을 명시하고 있다. 현행 기준을 대체로 충족하는 수준에서 악취관리가 이루어짐에도 지속적인 민원이 발생하는 상황에서 공공환경시설이 갖는 시설 운영의 당위성과 목표는 악취관리에 중점을 두어야 할 것이다. 특히 부지경계에서의 복합악취는 현행 15배수에서 12배수로 한 단계 강화하여 적용할 필요가 있으며, 전체사업장으로의 확대는 일정 유예기간을 거쳐 적용되는 것이 바람직할 것이다.

2) 시설의 악취관리를 위해 우선적으로 밀폐화 추진 및 시설의 탄력적 운용

공공환경시설의 경우 주거지역에 위치하는 경우가 많으므로 악취배출을 차단하여 외부로 확산하는 것을 방지하는 것이 중요하다. 이를 위해서 주요 악취발생원에 대해 밀폐화 및 환기시설 설치가 필요하다. 특히 음식물자원화센터의 중간 및 최종산물 야적장이나 적환장의 파쇄·선별·적치 시설은 밀폐시설 설치가 의무화가 필요하다.

그리고 지역주민이 주로 활동하는 시간을 피하여 작업을 진행하거나 고농도 악취배출 시설에 경우 기상·기후 등을 고려하여 탄력적으로 운용할 필요가 있다. 그 밖에, 시설의 청결상태 유지를 위해 주기적인 세척과 청소 및 체크리스트의 개발과 활용이 필요하다.

3) 시민참여 시스템 구축

미래의 도시생활악취관리의 핵심은 바로 주민참여이다. 무엇보다도 악취모니터링과 방지 대책 수립 시 지역주민의 참여는 악취관리의 수준을 한 차원 끌어 올릴 것이다. 더욱이 시설의 규모가 큰 경우 시민이 직접 관리운영에 참여하거나 악취모니터링 등 운영관리네 의사결정의 주체로 참여할 수 있도록 한다.

참고문헌

- 고병철·이종국·이운수·이민규·김상규, 2012, “복합악취농도와 황화수소 농도를 이용한 국내 하수처리시설의 악취발생 특성 조사 연구”, 『한국환경과학회지』, 제21권 11호, pp.1379~1388.
- 김기현·최금찬·안지원·조효재·조상희·이민희·두이호·김종범, 2011, 「도심지역내 대규모 악취배출원 관리방안 연구」, 환경부.
- 김은숙·이준연·차영섭·김영두·신덕영·천정완·이종현·유승성·전재식·엄석원, 2013, “쓰레기 적환장의 악취발생 특성”, 『보건환경연구원보』, 제48권, pp.107~113.
- 김정웅, 2007, “서울시 물재생센터 부지경계 장기 악취조사를 통한 처리시설 개선”, 서울시립대 산업대학원 석사학위논문.
- 박귀환, 2007, “환경기초시설의 악취배출 특성 및 관리방안”, 전남대학교 환경공학과 박사학위논문.
- 박종현, 2012, “공공하수처리시설에서 발생하는 개별 악취물질과 복합악취의 관계에 대한 다중회귀분석”, 금오공과대학교 토목·환경 및 건축공학과 석사학위논문.
- 문난경·이영수·박소희·서지현·원유라, 2013, 「악취 영향을 고려한 악취 관리 가이드라인 마련」, 한국환경정책평가연구원.
- 박주영·김병용·박경수·정재범·정상돈·유재연·윤재성·김종신·이재용·김종찬·남두천, 2007, 「환경기초시설 악취저감 방안 연구_전라북도」, 전라남도 보건환경연구원.
- 배주순·박귀환·김익산·오길영·박혜영·서윤규·양수인, 2009, “음식물처리시설의 냄새 특성”, 『한국냄새환경학회지』, 제 8권 1호, pp.1~11.
- 서병량, 2013, “공공환경시설에서 발생하는 악취물질 배출특성” 금오공과대학교 환경공학과 박사학위논문.
- 손영규·김정규·이규홍·윤종근, 2012, 「울산광역시 대기질 관리체계 구축 방안 연구-악취관리 대책을 중심으로」, 울산발전연구원.
- 송복주·정재은·김봉기·김익성·정경원·지기원·빈재훈·이상훈, 2003, “음식물 쓰레기 처리 설비로부터 발생하는 악취성분 분석 및 적정처리방안 연구”, 『보건환경연구원보』, 제12권, pp.170~191.
- 송정한·백성옥, 2007, 「악취분석의 이론과 실무」, 신광문화사, 서울.
- 성낙원·이규정·하현중·황광식·박희근·김대근·이성우·오길용·강원경·이진솔·김리나·정문주·김정대, 2013, 「공공환경시설 악취 운영·관리 평가제도 도입방안 마련 연구」, 환경부.
- 유기영·최유진·홍재선·양인모·양제정·정은재, 2015, 「생활폐기물 적환장 및 환경미화원 휴게실 개선방안(Ⅰ) : 적환장」, 서울연구원.

유승성·김영두·이준연·차영섭·김은숙·전재식·선우영·엄석원·채영주, 2012, “음식물류 폐기물 처리시설에서의 악취발생 특성 및 관리방안”, 『환경영향평가』, 제21권 3호, pp.353~365.

전재식·김은숙·유승성·오석률·최한영, 2013, “적환장에서 발생하는 악취 분포 특성에 관한 연구”, 『한국환경보건 학회지』, 제39권 5호, pp.418~425.

전의찬·사재환·김선태·홍지형·김기현, 2006, “생활악취 배출원의 악취배출 특성 연구:하수처리장을 중심으로”, 『한국대기환경 학회지』 제22권 제3호, pp.337~351.

조덕희·송일석, 2007, “악취방지법 및 악취공정시험방법의 시행에서 나타난문제점 고찰”, 『한국냄새환경 학회지』 제6권 제2호 pp.124~129.

조영덕, 2014, “공공하수처리시설의 단위공정별 악취발생현황 및 관리방안에 관한 연구”, 아주대학교 환경공학과 석사학위논문.

조용모·최유진·홍미진, 2014, 「서울시 생활악취의 최소화를 위한 정책연구」, 서울연구원.

차영섭·김영두·이준연·김은숙·신덕영·천정완·김교봉·전재식·엄석원·어수미, 2013, “물재생센터의 부지경계 및 시설별 악취발생 특성”, 『보건환경연구원보』, 제49권, pp.134~143.

최성우·안창영, 2005, 「악취오염개론」, 동화기술교역, 서울.

아시아경제뉴스 http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2011/02/14/2011021402154.html

부록

1_적화장시설운영 및 악취발생 특성 설문조사지

[적화장시설특성 및 악취관련 조사]

본 조사의 목적은 서울시 쓰레기 적화장의 담당자 및 관리자를 대상으로 해당시설의 시설특성 및 악취관리 현황을 파악하기 위한 목적입니다. 향후 악취관리방안을 제시하기 위한 기초자료로서 소중히 활용하고자 합니다. 본 설문조사를 통한 얻어진 자료는 연구를 위한 자료로만 사용되며 「통계법」 제 33조에 의해 비밀이 보장됩니다.

귀하의 소중한 답변을 부탁드립니다, 이설문지와 관련하여 의문사항이 있으시면 아래 연락처로 문의하여 주시기 바랍니다.

연구책임: 서울연구원 안전환경연구실 조용모 선임연구위원
choym@si.re.kr

연구원: 서울연구원 안전환경연구실 진정규 연구원
jjk0609@si.re.kr

연락처: 02-2149-1436

- 조사대상 : 적화장시설 관리책임자(담당 주무관)
- 조사내용 :
 1. 적화장시설 특성
 2. 악취 관리

조사문항

[1. 기초정보]

조사대상 적환장 명칭 (_____ 구 _____ 적환장)

1. 귀하는 어디에 해당하십니까?

☐ 주무관 ☐ 시설관리자 ☐ 기타 (_____)

2. 귀하의 성별은 무엇입니까?

☐ 남 ☐ 여

3. 귀하의 나이는 어떻게 되십니까?

☐ 20대 ☐ 30대 ☐ 40대 ☐ 50대 ☐ 60대 이상

4. 귀하의 근무연수를 기입해주세요.

☐ 구체적인 근무연수를 기입: _____ 년

[2. 적환정 시설 특성 관련]

1. 귀하가 관리하는 시설은 다음 중 어디에 위치해 있는가?

☐ 주거밀집지역 ☐ 상업지역 ☐ 복합지역(주거지+상업지)
☐ 기타(_____)

2. 귀하가 관리하는 시설은 다음 중 어떤 기능을 수행하고 있는가 (복수응답 가능) ?

☐ 적환 ☐ 단기보관 ☐ 파쇄 ☐ 선별 ☐ 기타(_____)

3. 귀하가 관리하는 시설의 주 작업시간대는 어떠한가?

☐ 구체적인 시간대를 기입 _____

4. 귀하가 관리하는 시설은 연간 상시 작업이 이루어집니까?

☐ 예 ☐ 아니오

5. 귀하가 관리하는 시설의 면적(m²)은?

☐ 구체적인 면적을 기입 _____ m²

6. 귀하가 관리하는 시설의 종사자수는 몇 명입니까?

☐ 1~4명 ☐ 5~9명 ☐ 10~19명 ☐ 20~49명
☐ 50명 이상

7. 귀하가 관리하는 시설에는 다음과 같은 시설을 포함합니까?

☐ 사무실, 휴게실 모두운동 ☐ 휴게실 운동, 사무실 없음
☐ 사무실 운동, 휴게실 없음 ☐ 사무실, 휴게실 모두없음

8. 반입되는 폐기물의 종류는?

☐ 구체적인 종류 기입 (ex: 음식물, 일반쓰레기)

[3.악취 관리 관련]

1. 귀하가 관리하는 시설에서 최근 3년 내 악취민원이 발생한 적이 있습니까?

① 예. ② 아니오.

2. 귀하가 관리하는 시설의 작업자들은 악취발생을 어느 정도 감지하고 있습니까?

① 모두가 심하다 감지 ② 대체로 조금 심하다고 감지
 ③ 50%가 심하지 않다고 감지 ④ 대체로 심하지 않다고 감지
 ⑤ 모두가 심하지 않다고 감지

3. 귀하가 관리하는 시설의 주 악취발생장소는 어떤 시설(기능) 부근입니까?

☐ 구체적인 시설명 기입: (ex: 음식물적환장)

4. 귀하가 관리하는 시설에는 어떤 악취저감시설(장치)이나 악취저감방법을 활용합니까?

☐ 구체적인 시설(장치명) 기입: _____

☐ 구체적인 방법 기입: _____

5. 귀하가 관리하는 시설에서 적환 및 선별, 파쇄 작업 시 지붕이나 에어커튼이 설치된 장소에서 작업이 이루어집니까?

☐ 예 ☐ 아니오

6. 귀하가 관리하는 시설의 환경정리(청소) 주기는 얼마입니까?

☐ 구체적인 주기를 월 단위로 기입: _____

7. 귀하가 관리하는 시설에는 악취방지 체크리스트가 설치되어 있습니까?

☐ 예 ☐ 아니오

8. 귀하가 관리하는 시설에는 악취저감을 위한 교육이 실시되는 주기는 얼마입니까?

☐ 구체적인 주기를 월 단위로 기입: _____

※ 응답해 주셔서 진심으로 감사드립니다.

Abstract

A Study on the Management the Odor Emission of Public Environmental Facilities in Seoul

Yong-Mo Cho · Jung-Kyu Jin

The improved standard of living has increased awareness of odor emission, with a resultant rise in the number of civil complaints about the odor. Public environmental facilities directly related to citizen life are no exceptions. The number of civil complaints should be reduced in order to achieve the original goals of establishing public environmental facilities, healthy life-styles, and consistency. In this study, we determined measures to strengthen odor management in public environmental facilities in Seoul

The study results indicated 2 common associated problems, despite facility-dependent differences in characteristics and substances of the odor. First, with regard to kind of facility/process, heaps of sludge and facilities with septic tanks were main sources of odor of sewage treatment facilities; processes of crushing/sorting waste and drying facilities were main sources of odor of food waste disposal facilities; and spaces for crushing/sorting and piling were main sources of odor of waste transfer stations. Moreover, most main sources had conditions that facilitated easy spread of odor due to exposure to open spaces.

Secondly, for operational management related reasons, reduction devices were employed under un-hygienic washing conditions and low odor efficiency.

Analyses of 215 odor emission evaluations from public environmental facilities in Seoul over the past 5 years indicated that 6.51% of all cases

(14 cases) were in violation of the acceptable limit. In most cases, odor emission was maintained at approximately 50~60% of the limit.

Based on these results, 8 strategies for strengthening management of the odor were suggested.

Moreover, a survey on waste transfer station facilities indicated that 50% were found in residential areas; and 7 crushing/sorting facilities that cause a massive amount of the odor were also found in residential areas. Since most facilities operated during the day when local citizens' activity was high, and the operation hours were prolonged, civil complaints about the odor were expected.

Of 24 facilities, 42% were operated in open spaces and 67% of the facilities did not use checklists for self-diagnosis. In addition, the cleaning was conducted less than once a week in 38% of the facilities. Based on the study results, 9 strategies for strengthening management of the odor were suggested, as follows.

- i) Strengthening the odor emission standards under local ordinance for multiple odor standards of site boundaries to public environmental facilities from the current 15 to 12 times of the amount.
- ii) Expanding application of the strengthened standards to all odor emission facilities within 5 years.
- iii) Strengthening obturation management of outdoor storage sites for the intermediate and final products and by-products (sludge, solid wastes to be released) from the facilities.
- iv) Flexible application of operation hours considering weather, climate and prime time for local citizens' activity.
- v) Establishing detailed management measures regarding main sources of the odor.
- vi) Regular cleaning of contaminable devices and their parts and maintaining hygienic conditions of the facilities.
- vii) Regular monitoring.
- viii) Developing/managing odor control manuals and checklists considering the features of the facilities.
- ix) Establishing and practicing odor prevention measures through citizen participation and opinion.

Contents

01 Outline of the Study

- 1_Background and Purpose
- 2_Scope and Method

02 Current Status of Odor Generation of Public Environmental Facilities in Seoul

- 1_Definition of the Odor and Method of Measuring the Odor
- 2_Research on Regulations regarding Odors
- 3_Advanced Study and Research
- 4_Current Status of Facilities and Civil Complaints
- 5_Research Conclusions on the Present Status

03 Analysis on Characteristics of Odor Generation of Public Environmental Facilities

- 1_Analysis on Concentration of Odor Emission
- 2_Analysis on the Present System for the Purpose of Strengthening Multiple Odor Emission Standards

04 Research on Domestic and Foreign Cases

- 1_Research on Domestic Cases
- 2_Research on Foreign Cases

05 Directions for Odor Management of Public Environmental Facilities

1_Basic Directions for Managing the Domestic Odor of Public Environmental Facilities

2_Basic Strategy

3_Detailed Strategy

06 Conclusions and Policy Proposal

1_Conclusions

2_Policy Proposal



서울연 2016-PR-13

서울시 공공환경시설
악취관리 강화 방안

발행인 _ 김수현

발행일 _ 2016년 7월 31일

발행처 _ 서울연구원

ISBN 979-11-5700-150-7 93530 8,000원

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

본 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.