

음식폐기물 처리시설의 악취발생 특성 및 저감 방안 연구

대기화학팀

윤종철 · 김영두 · 김창모 · 전병모 · 김은숙 · 천정완 · 김홍제 · 정종흡 · 어수미

Emission Characteristics and Effective Management of Odor from Food Waste Treatment Facilities

Atmospheric Chemistry Team

**Jong-cheol Yoon, Young-doo Kim, Chang-mo Kim,
Byung-mo Jeon, Eun-sook Kim, Chung-wan Chun,
Hong-je Kim, Jong-heub Jung and Soo-mi Eo**

Abstract

This study was carried out to determine the characteristics and promote the effective management of odor compounds emitted from a food waste treatment facility. The odor compounds were sampled twice during each of the 4 seasons from 2014 to 2015 at the drier, first and second floors and upper park. The average complex odor from the drier, first and second floors, and the upper park was 429, 523, and 486, respectively. The major odor compounds were in the order, ammonia > methyl mercaptan > hydrogen sulfide > dimethyl sulfide > acetaldehyde. The odor quotient was calculated from the concentration and odor threshold values of each compound. The result of the contribution analysis was that methyl mercaptan had the highest contribution at 76.8%, followed by dimethyl sulfide, hydrogen sulfide and ammonia, in that order. Sulfate occupied the biggest portion of the odor contribution rate. To decrease the odor in this facility, efficient treatment of sulfate would be needed.

By installing OH-Radical sterilizer in the work place, the average rate of reduction of complex odor, odor concentration and odor quotient was 83.2%, 68.2% and 93.2%, respectively. The rate of reduction based on seasons showed that spring was the highest, followed by summer, autumn and winter, in that order. The OH-Radical sterilizer was very efficient in reducing odor, but the accompanying moisture and odor due to ozone was a disadvantage. It should be addressed to make this process more secure.

Key words : complex odor, odor quotient, contribution rate, OH-Radical sterilizer

서론

최근 삶의 질 향상과 쾌적한 생활환경에 대한 욕구가 증대되면서 환경에 대한 관심이 매우 높아지고 있다. 특히 미세먼지, 실내공기오염 및 악취 공해에 대한 민원이 나날이 증가하고 있다. 이에 따라 환경부에서도 2015년 국민생활과 밀접한 4대 환경문제에 악취, 미세먼지, 녹조, 유해화학물질로 정하여 최우선적으로 해결하기 위해 노력하고 있다(1). 악취는 황화수소·메르캅탄류·아민류 그 밖에 자극성 있는 기체상태의 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새로 여러 가지 성분이 혼합된 상태로 존재하면서 사람의 후각을 자극하여 사람의 쾌적한 정서생활과 나아가 건강에 피해를 주는 나쁜 냄새를 말한다(2). 악취는 사람의 후각을 통하여 느끼는 대표적 감각공해로서 지극히 낮은 농도에서도 불쾌감과 혐오감을 유발시켜 도시 이미지를 저하시킬 뿐만 아니라 주민들의 건강을 위해하는 요인으로 지역주민들로부터 많은 민원을 야기한다(3).

일반적으로 악취를 느끼는 정도는 악취물질의 종류와 농도뿐만 아니라 생활환경과 사람의 심리적 판단에 따라 악취를 느끼는 양상이 다르게 나타난다. 그러므로 악취물질의 종류와 농도만을 가지고 악취오염 상태를 규명하기는 매우 어렵다. 현행 악취방지법에서도 공기희석관능법인 복합악취와 기기분석법인 22개의 지정악취물질에 대한 농도규제를 실시하고 있으며, 현장에서의 실질적인 사업장의 악취규제는 공기희석관능법에 의한 희석배수 규제가 더 실제적으로 활용되고 있다(4).

우리나라는 좁은 국토와 높은 인구밀도로 인하여 대도시에서의 산업시설과 환경기초시설과 같은 악취 발생원이 주거지역과 혼재되어 있어 악취 민원 해소를 위한 노력이 절실히 요구되고 있다. 특히 대도시인 서울의 경우 각종 도금시설, 도장시설, 환경기초시설 등이 주거지역과 인접하여 악취 민원이 심각한 환경문제로 대두되고 있다(5, 6). 이에 따라 서울시는 음식물쓰레기에서 발생하는 악취를 줄이기 위한 일환으로 25개 자치구에 음식물쓰레기 용기 세척차량을 보급하고, 쓰레기 적재함을 밀폐형으로 교체하는 등 악취로 인한 시민들

의 불편을 최소화하려고 노력하고 있다. 또한 야간 및 새벽시간대에 악취 시료채취 차량을 현장에 직접 투입하여 24시간 감시체계를 구축하고 사업자의 자발적인 악취 저감을 유도하는 등 악취 민원에 적극적으로 대처하고 있다(7).

이런 많은 노력들 가운데 가장 효과적인 악취저감 방안은 그 지역의 업종별 악취 원인물질을 정확히 파악하고 배출원 조사를 통하여 적절한 방지시설 선정이 가장 중요하다(8). 이에 서울 도심의 대규모 음식물쓰레기 자원화시설에서 발생하는 계절별, 위치별 복합악취와 주요 지정악취물질을 조사·분석하였으며, 신규 저감기술을 도입하여 악취저감효과를 조사하였다. 이를 바탕으로 악취원인물질의 배출 특성과 악취기여도를 평가하고, 향후 악취배출 저감기술 도입여부 및 효율적인 악취관리방안 마련을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

시료채취 및 분석방법

1. 조사대상

본 연구는 2014년부터 2015년 약 2년간 서울 도심에 위치한 음식물쓰레기 자원화시설을 대상으로 기존시설운영과 신규 처리기술도입 후 복합악취와 지정악취에 대해 작업장 내부 및 지상공원에서 계절별로 조사하였다. 본 환경자원센터는 음식물 처리시설을 포함한 폐기물 종합처리센터를 지하화한 국내 최초 시설로 그림 1과 같이 지상에는 주민 편의시설인 녹지공원을 조성하여 운영하고 있다.



Fig. 1. View of Environment Resource Center.

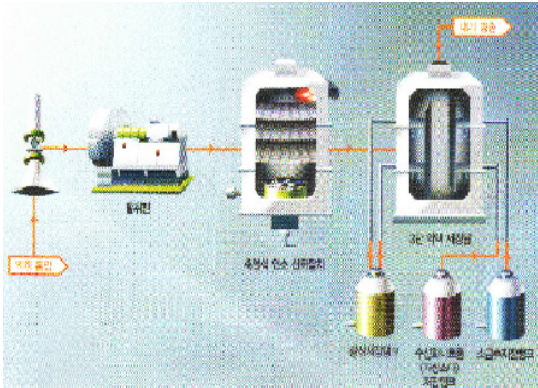


Fig. 2. Deodorization facilities.

환경자원센터는 악취제거를 위해 그림 2와 같이 축열식 연소산화장치와 3단 약액세정탑으로 구성된 악취방지시설을 운영하고 있었다. 그러나 악취 배출이 심하거나 내부 작업장의 악취오염도가 높게 나타나는 경우가 있어, 민원발생 방지 및 작업환경개선을 위해 추가적인 저감기술을 도입한 후 저감 효과 및 향후 기술도입 여부에 대하여 조사하였다. 본 조사는 추가기술 도입 전·후를 비교하기 위해 그림 3과 같이 건조기 앞, 작업장 1층, 2층, 지상공원 4곳에 대하여 분기별로 2회씩 복합악취 및 지정악취물질들을 조사하여 그 효과를 살펴 보았다.

2. 분석방법 및 항목

측정 대상항목은 공기희석관능법에 의한 복합악취와 지정악취물질 중 질소화합물인 Ammonia (NH_3), Trimethylamine(TMA), 황화합물인

Hydrogen sulfide(H_2S), Methyl mercaptane (MeSH), Dimethyl sulfide(DMS), Dimethyl disulfide(DMDS), 알데하이드류인 Acetaldehyde (AA), Propionaldehyde(PA), Butylaldehyde (BA), n-valeraldehyde(n-VA), iso-valeraldehyde (i-VA), 휘발성유기화합물인 Toluene, Styrene, Xylene, 케톤류인 Methyl ethylketone(MEK), Methylisobuthylketone(MIBK) 그리고 유기산류인 propionic acid 등 총 22종이다 시료채취와 분석은 악취공정시험기준(9)에 준하여 실시하였다.

복합악취 및 황화합물의 시료채취는 고순도 질소(99.999%)로 3회 이상 세척한 테들러 백을 이용하여 5 L/min로 시료를 간접 흡입하였다. 시료채취가 완료된 테들러 백은 상온($15\sim 25^\circ\text{C}$)을 유지하고 직사광선을 피하여 보관 및 운반하였으며, 시료채취 후 24시간 이내에 분석하였다. 공기희석관능법에 의한 복합악취 분석은 무취공기 제조 장치와 활성탄이 채워진 6방 분배기를 통해 제조된 무취공기를 무취 봉지에 담고 시료를 주입하여 단계별로 희석해가면서 판정 패널 선정시험에 합격한 5인의 패널들이 직접 평가하였다. 전체 판정요원의 시료 희석배수 중 최대값과 최소값을 제외한 나머지를 기하평균 하여 판정요원 전체의 희석배수로 산정하였다. 지정악취물질인 황화합물류는 Air sampler가 부착된 전자 냉각방식을 이용한 열탈착장치(AS/TD Unity, Markes)를 이용, 내부 Cold trap에서 시료를 -15°C 로 일정시간(용량) 농축 후 수초 내에 280°C 고온 탈착하여 GC/PFPD(GC-3800 Varian)로 주입시켜 분석하



Fig. 3. Dryer and 1st floor and 2nd floor.

였다. 표준시료($\mu\text{mol/mol}$ 농도)는 인증표준가스(Rigas, Korea, 메틸메르캅탄 9.7, 황화수소 9.9, 디메틸설파이드 9.8, 디메틸디설파이드 9.9)와 테들러 백(Tedlar bag : 10 L, SKC)을 사용하여 고순도 질소와 혼합 희석하여 사용하였다. 암모니아의 경우 0.5% 봉산용액을 임핀저에 각각 20 mL 씩 채워 직렬로 연결한 후 10 L/min으로 5분간 50L를 채취하여 흡광광도계(Shimadzu UV-1650PC, 640 nm)를 이용 인도페놀법을 적용하여 분석하였다. 표준시료는 황산암모늄을 이용하여 준비하였다. 알데하이드류는 오존 스크러버를 연결한 DNPH 카트리지(LpDNPH S10, Supelco)를 사용 1.5 L/min으로 5분간 채취하여 acetonitrile 5 mL/min으로 용출시킨 후 HPLC(Perkin Elmer Flexar)로 분석하였다. 표준시료는 알데하이드 표준용액(All aldehydes 0.1 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, acetonitrile solution, Wako)을 단계별로 희석하여 사용하였다.

휘발성유기화합물인 Toluene, Styrene, Xylene, Methyl ethylketone, Methylisobutylketone, Buthyl acetate의 경우 고체흡착관(Tenax TA, Supelco)에 0.2 L/min로 5분간 통과시켜 채취하였다. 그리고 흡착관을 열탈착장치(STD1000, Dani)로 전처리하고 GC/MS(QP2010, Shimadzu)로 분석하였다. 표준시료($\mu\text{mol/mol}$ 농도)는 인증표준가스(Rigas, Korea)로 Styrene 5.2, Toluene 5.1, o,m,p-Xylene 4.9, Methyl ethylketone 10, Methylisobutylketone 9.8, Buthyl acetate 9.8로 준비하였다. 이들 표준가스는 희석시스템(APK610, KnR, Korea)을 사용하여 고체흡착관에 고순도 질소로 희석하여 사용하였다. 또한 Trimethylamine도 산성여과지를 여과지 홀더에 장착하여 10 L/min으로 5분간 총 50 L를 채취한 다음 헤드스페이스(Turbomatrix 40, Perkin Elmer)로 전처리하고 GC/FID(GC 2010, Shimadzu)로 분석하였다. 표준시료는 1 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ TMA표준용액(Wako)을 사용 희석하여 악취공정시험기준에 준하여 준비하였다. 위의 주요 지정 악취물질 분석에 따른 기기분석조건은 표 1과 같다(3, 6).

3. 악취물질 기여도 평가 및 악취저감 효과 분석

감각공해인 악취물질은 인간이 감지할 수 있는

최소감지농도가 원인물질에 따라 서로 다르게 나타나며 최소 감지값이 낮은 물질일수록 저농도에서 냄새를 강하게 유발하여 더욱 강한 냄새를 낸다고 할 수 있다(10). 따라서 사람의 후각이 개별 악취물질마다 반응하는 농도가 다르기 때문에 검출된 악취물질의 농도를 기준으로 악취 물질의 기여도를 파악하기에는 어려움이 있다. 악취기여도는 기기분석에 의해서 검출된 개별 악취물질의 농도를 그 물질의 최소감지농도(Odor Threshold)로 나누어 준 값인 악취농도지수(Odor Quotient)를 이용하여 주요 악취원인물질과 악취기여도를 평가하였다(11, 12).

- 악취농도지수(Odor Quotient) = 악취물질의 농도 / 최소감지농도(Odor Threshold)
- 악취물질별 기여도(Contribution : %) = [측정한 악취의 농도지수(Odor Quotient) / 계산된 악취농도지수의 합(Sum of Odor Quotient : SOQ)] × 100

시료채취는 음식물처리 공정에서 악취발생이 많은 건조기 앞, 작업장 1층, 2층에서 실시하였으며, 외부공기를 비교하기 위하여 지상공원에서 채취하였다. 또한 각 지점별로 신규 악취저감시설 설치에 따른 악취 분석 결과를 바탕으로 방지시설효과 및 향후 악취관리 방안을 검토하였다.

결과 및 고찰

1. 복합악취 및 지정악취 배출특성

표 2는 각 지점별 복합악취 및 지정악취물질 측정 결과를 나타낸 것이다. 공기희석관능법을 이용한 복합악취 측정 결과 지상공원 복합악취 희석배수의 평균값은 4배로 부지경계 배출허용기준인 15배를 만족하였다. 반면 작업장내부에서의 복합악취 희석배수 평균값은 건조기앞 429배, 1층 523배, 2층 486배로 배출구 허용기준인 500배를 초과하거나 거의 근접하는 수준이었다. 한편 지점별 지정악취물질은 암모니아가 가장 높은 농도를 나타내었다. 건조기앞을 제외하고 메틸메르캅탄 >

Table 1. Summary of instrumental set-up and analytical conditions used in research

Items	Instrument	Analytical conditions
Sulfur	GC/PFPD (CP-3800 Varian)	Column CP-Sil 5CB(30 m, 0.32 mm, 3 μ m) Oven 40 $^{\circ}$ C (6 min) \rightarrow 8 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 150 $^{\circ}$ C Detector 200 $^{\circ}$ C
	AS/TD (Unity, Markes)	Trap U-T8CUS cold trap Trap low -15 $^{\circ}$ C Trap high 250 $^{\circ}$ C Trap hold 5 min
Ammonia	UV-Spectrophotometer (UV-1650PC, Shimadzu)	Absorbance 640 nm
Aldehydes	HPLC (2695, Waters)	Detector UV/Vis 360 nm Column temp. 40 $^{\circ}$ C Mobile phase(acetonitrile /H ₂ O : 60/40) Flow rate 1.5 mL/min Analysis temp 15 min
		Column VB5(60 m, 0.25 mm, 1 μ m) Oven 40 $^{\circ}$ C (5 min) \rightarrow 8 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 200 $^{\circ}$ C (8 min) Ion Mode : EI, 70eV Ion Temp : 180 $^{\circ}$ C Ion Source Temp : 230 $^{\circ}$ C Low temp 10 $^{\circ}$ C High temp 300 $^{\circ}$ C Tube 280 $^{\circ}$ C Valve 250 $^{\circ}$ C
Hydrocarbons	GC/MS (GCMS-QP2010, Shimadzu)	Column Elite5Amine(30 m, 0.53 mm, 3 μ m) Oven 40 $^{\circ}$ C (4 min) \rightarrow 15 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 150 $^{\circ}$ C Detector 260 $^{\circ}$ C Transfer line 130 $^{\circ}$ C Oven 50 $^{\circ}$ C Carrier flow 10.0 psi
	TD (STD1000, Dani)	
Trimethylamine	GC/FID (GC2010, Shimadzu)	Oven 40 $^{\circ}$ C (4 min) \rightarrow 15 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 150 $^{\circ}$ C Detector 260 $^{\circ}$ C Transfer line 130 $^{\circ}$ C Oven 50 $^{\circ}$ C Carrier flow 10.0 psi
	HS Sampler (TurboMatrix40, Perkin Elmer)	

황화수소 > 다이메틸설파이드 > 아세트알데하이드 순으로 나타났으며, 유기산류는 검출되지 않았다. 이는 음식물 자원화시설에서는 주로 황화합물 및 아세트알데하이드 물질이 주요 악취원인 물질이라는 연구결과와 동일하였다(5).

각 물질별 악취 검출농도를 최소감지농도(Odor threshold)로 나누어 구한 악취농도지수(Odor Quotient)의 합(Sum of Odor Quotient, 이하 SOQ)은 1층 > 2층 > 건조기앞 순으로 1층과 2층이 높게 나타났으며, 이는 희석배수와 높은 상관성을 가졌다(12).

그림 4는 악취농도지수에 의한 악취원인물질을 분석한 결과로 메틸메르캡탄이 76.8%로 대부분을

차지하며 다이메틸설파이드, 황화수소, 암모니아

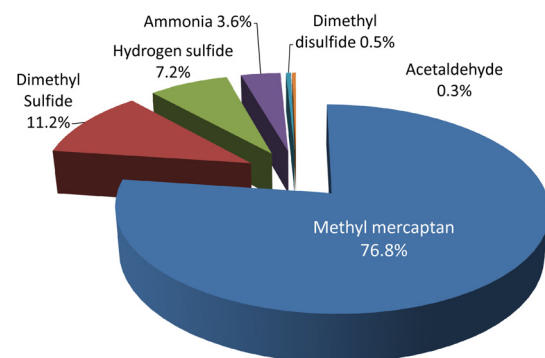


Fig. 4. Contribution ratio of major odorous compounds at the facilities.

순으로 나타났다. 특히 황화합물이 총 악취농도지수(SOQ)의 95% 이상을 차지하여 악취의 주요 원 인물질이었다. 따라서 악취저감 목표물질은 황화합물이 되어야 할 것이다(13).

그림 5는 계절에 따른 각 지점별 악취농도지수의 합을 나타낸 결과로 여름철이 가장 높은 악취농도지수를 나타내었다. 2층을 제외하고 봄 > 가을 > 겨울 순으로 나타나 온도가 높은 계절에 악취발생이 높게 나타남을 알 수 있다.

2. 악취저감기술 도입 후 효과분석

기존 악취저감시설 외에 작업장내부 악취저감을 위하여 OH-라디칼 살균기를 설치하여 악취저감효과를 살펴보았다. OH-라디칼 살균기는 그림 6과 같이 순수산소(99.9%)를 만들어, 물에 강력한 에너지로 용존시켜 OH-라디칼 수를 생성시켜 악취

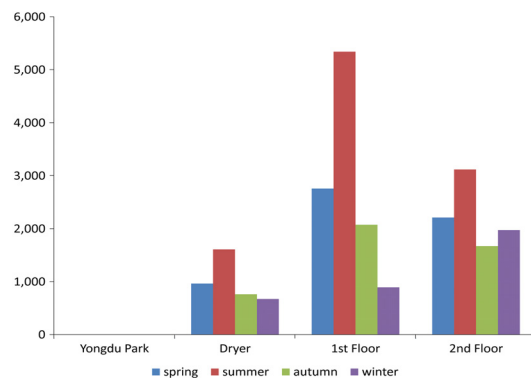


Fig. 5. Seasonal variation of Odor Quotient at 4 sites.

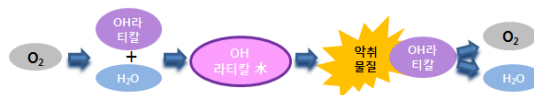


Fig. 6. OH-Radical sterilizing system.

Table 2. Analysis result of odorous compounds at the facilities (unit : ppb)

	Emission standard	Odor Threshold	Dryer	1st Floor	2nd Floor	Park
Complex Odor	15	-	429	523	486	4
Ammonia	1000	100	7561.8	6657.3	7118.0	92.5
Hydrogen sulfide	20	0.5	49.7	62.3	48.7	0.3
Methyl mercaptan	2	0.1	44.8	165.1	132.6	0.0
Dimethyl Sulfide	10	0.1	11.0	21.4	17.4	0.0
Dimethyl disulfide	9	0.3	2.0	2.0	1.9	0.0
Acetaldehyde	50	2	11.5	15.2	13.2	0.6
Propionaldehyde	50	2	1.1	1.1	1.3	0.0
Butyraldehyde	29	0.3	0.9	0.6	0.6	0.1
n-Valeraldehyde	9	0.7	0.9	0.5	0.8	0.0
i-Valeraldehyde	3	0.2	1.2	0.7	0.4	0.0
Trimethylamine	5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Toluene	10,000	900	8.0	6.5	2.7	1.4
Xylene	1000	41	5.5	5.5	4.5	0.0
Methyl ethyl ketone	13,000	440	11.5	8.5	12.0	0.0
Methyl isobutyl ketone	1,000	200	2.5	5.0	2.0	0.0
Butyl acetate	1,000	8	0.0	0.0	0.0	0.0
Propionicacid	30	2	0.0	0.0	0.0	0.0
n-butyric acid	1	0.07	0.0	0.0	0.0	0.0
n-Valeric acid	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
i-Valeric acid	1	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0
i-Butyl alcohol	900	10	0.0	1.0	0.0	0.0
Stylene	400	30	8.5	6.5	8.5	0.0

성분 등을 제거한 후 물(H₂O)과 산소(O₂)로 최종적으로 환원한다. OH 라디칼은 오존보다 높은 반응성을 갖고 있는 강력한 산화제로 황화수소, 메틸메르캡탄 등의 무기계와 알데하이드, 페놀 등의 유기계 악취물질을 산화 분해한다. 특히 OH-라디칼은 오존과 같이 황화합물 계통의 악취물질에 대해서 높은 제거효과가 있고 악취제거에 수세법과 병용할 때 효과가 증대된다고 알려져 있다.

표 3은 OH-라디칼 소독기를 설치한 후 각 지점

별 복합악취 및 지정악취농도를 나타내었다.

OH-라디칼 살균기 설치 후 황화수소, 메틸메르캡탄의 제거율이 각각 98.5%, 97.7%로 높은 효율을 나타내었으며, 복합악취 제거율도 지상공원을 제외한 지점에서 80% 이상을 나타냈다. 지점별로 제거율은 건조기앞 > 2층 > 1층 순으로 나타났다으며, 암모니아와 메틸메르캡탄을 제외하고 배출허용기준을 만족하였다.

표 4는 작업장내 복합악취 및 악취물질제거율을

Table 3. Analysis result of odorous compounds after OH-Radical Sterilizer treatment (unit : ppb)

	Emission Standard	Odor Threshold	Dryer	1st Floor	2nd Floor	Park
Complex Odor	15	-	75	83	83	4
Ammonia	1000	100	1363.3	1269.7	1433.6	96.0
Hydrogen Sulfide	20	0.5	1.3	1.1	0.8	0.4
Methyl Mercaptan	2	0.1	2.3	2.5	3.4	0.0
Dimethyl Sulfide	10	0.1	4.5	1.6	4.4	0.0
Dimethyl Disulfide	9	0.3	1.4	1.3	2.0	0.0
Acetaldehyde	50	2	1.4	2.1	1.6	0.8
Propionaldehyde	50	2	0.4	1.3	1.2	0.0
Butyraldehyde	29	0.3	0.5	0.5	0.7	0.0
n-Valeraldehyde	9	0.7	0.8	0.5	0.7	0.0
i-Valeraldehyde	3	0.2	0.6	0.3	0.3	0.0
Trimethylamine	5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Toluene	10,000	900	0.0	2.7	0.0	0.0
Xylene	1000	41	0.0	0.0	0.0	0.0
Methyl Ethyl Ketone	13,000	440	2.6	6.3	3.1	0.0
Methyl Isobuthyl Ketone	1,000	200	0.0	0.0	0.0	0.0
Butyl Acetate	1,000	8	0.0	0.0	0.0	0.0
Propionicacid	30	2	0.0	0.0	0.0	0.0
n-butyric Acid	1	0.07	0.0	0.0	0.0	0.0
n-Valeric Acid	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
i-Valeric Acid	1	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0
i-Butyl Alcohol	900	10	0.0	0.0	0.0	0.0
Stylene	400	30	2.6	3.2	2.0	0.0

Table 4. Seasonal odor remove efficiency of OH-Radical Sterilizer treatment

	Spring	Summer	Autumn	Winter	Avg
Complex Odor remove efficiency(%)	85.0	88.2	75.8	83.6	83.2
Concentration remove efficiency(%)	70.5	64.5	69.8	67.8	68.2
Odor Quotient remove efficiency(%)	97.8	95.4	91.5	88.0	93.2

나타낸 것으로 복합악취 제거율은 83.2%이었으며, 악취물질농도 제거율은 68.2%, 악취농도지수 제거율은 평균 93.2%를 나타내었다. 계절별로 제거효율을 살펴보면 복합악취 제거율은 여름철에, 농도 및 악취농도지수 제거율은 봄철에 가장 높았다. 위 세 가지 악취제거율을 평균한 결과 봄 > 여름 > 겨울 > 가을 순으로 제거효율이 높았다.

한편 OH-라디칼 살균기는 오존이 부수적으로 발생하여 영향을 주는데, 지점별 오존농도를 측정 한 결과 대기중 농도와 비슷하여 크게 영향을 주지는 않았다. 전반적으로 높은 악취제거효율을 보인 OH-라디칼 살균기는 수분을 이용함으로써 작업장내부 습도가 높아지고, 작업자들이 느끼는 오존 특유의 비린내가 부수적으로 발생하는 단점이 있다. 따라서 작업장 내부로 직접 수분을 이용한 OH-라디칼 소독을 실시하기보다는 작업자가 접촉하지 않는 방식의 밀폐된 공간에서 악취성분을 제거하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

결 론

서울 도심에 위치한 음식물쓰레기 자원화시설에 대한 악취배출특성과 OH 라디칼을 이용한 악취저감기술을 도입한 후 지점별, 계절별 악취저감효과를 분석하여 향후 저감기술 도입 및 관리방안에 대해 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 지점별 복합악취 희석배수의 평균값은 건조기 앞, 작업장 1층, 2층 및 지상공원은 각각 429배, 523배, 486배, 4배로 작업장내부의 경우 배출구 허용기준인 500배를 초과하거나 거의 근접하는 수준이었다.
2. 지점별 지정악취물질은 암모니아가 가장 높은 농도를 나타내었다. 건조기앞을 제외하고 메틸메르캡탄 > 황화수소 > 다이메틸설파이드 > 아세트알데하이드 순으로 나타났으며, 유기산류는 검출되지 않았다.
3. 악취농도지수에 의한 악취원인물질을 분석한

결과 메틸메르캡탄이 76.8%로 대부분을 차지하며 다이메틸설파이드, 황화수소, 암모니아 순으로 나타났다. 악취의 주요원인물질은 황화합물로 총 악취농도지수의 95% 이상을 차지하여 악취의 주요 원인물질이었다.

4. OH-라디칼 소독기를 설치한 후 작업장 내부에서 복합악취 제거율은 83.2%이었으며, 악취물질농도 제거율은 68.2%, 악취농도지수 제거율은 평균 93.2%로 높은 악취제거율을 나타내었다.
5. 계절별로 악취제거효율을 살펴보면 복합악취는 여름철에, 농도제거율은 봄철에, 악취농도지수 제거율은 봄철에 가장 높았다. 세 가지 악취제거율을 평균한 결과 봄 > 여름 > 겨울 > 가을 순으로 제거효율이 높았다.

참고문헌

1. 환경부 : 환경백서, 2015.
2. 환경부 : 악취관리편람, 8(3):2, 2007.
3. 진재식, 김은숙, 유승성, 오석률, 최한영 : 적환장에서 발생하는 악취 분포 특성에 관한 연구. 한국환경보건학회지, 39(5):418~425, 2013.
4. 국립환경과학원 : 악취원인물질 특성 및 최소감지농도 조사연구. 2006.
5. 전준민, 서윤섭, 정만호, 이학성, 이민도, 한진석, 강병욱 : 환경기초시설의 악취물질 배출특성-5개 시설 [하·폐수, 축산·분뇨 및 음식물] 처리장 중심으로. 한국냄새환경학회지, 9(2):80~89, 2010.
6. 김영두, 이준연, 김은숙, 최낙경, 신덕영, 천정완, 김홍제, 정종흡, 어수미 : 서울시내 주요 업종별 악취발생 특성과 악취기여도 평가, 서울특별시 보건환경연구원보, 50:177~186, 2014.
7. 서울시 생활환경과 : 악취, 소음, 빛공해 3대 시민생활불편 개선계획. 2015.
8. 유승성, 김영두, 이준연, 차영섭, 김은숙, 진재식, 선우 영, 엄석원, 채영주 : 음식물류폐기물 처리시설에서의 악취발생 특성 및 관리방안. 환경영향평가, 21(3):353~365, 2012.

9. 환경부 : 악취공정시험기준. 2014.
10. 박신영, 김기현, 홍윤정 : 공기회석관능법과 기기분석법의 연계성 평가를 통한 악취성분들의 악취기여도 연구. 한국냄새환경학회지, 6(2): 96~105, 2007.
11. 김선화, 장미옥, 정영림, 김협, 김만구 : 음식물 퇴비화시설에서 발생하는 냄새유발물질 분석과 기여도평가, 한국냄새환경학회지, 6(3): 194~201, 2007.
12. 박신영, 김기현 : 공기회석관능법과 기기분석법에 기초한 악취감지기술의 연계성 비교: 산단지역 및 음식물 부패시료를 중심으로. 한국 대기환경학회지, 23(4):420~429, 2007.
13. 정재은, 송복주, 정승렬 : 음식물쓰레기처리 설비에서 발생하는 악취 성분분석 및 적정처리 방안 연구. 부산시보건환경연구원보, 162~190, 2003.