

1D1) 하수 및 분뇨처리시설에서 악취물질 배출량 산정에 관한 연구

The Study on the Estimation of Emission from Sewage Treatment Plant and Manure Treatment Plant

전의찬 · 사재환¹⁾ · 김기현 · 이성호²⁾

세종대학교 지구환경과학과, ¹⁾동신대학교 환경공학과

1. 서 론

최근 민원의 약 20%를 차지하며, 대기질 관리 대상 중의 하나인 악취는 호흡기장애, 순환기장애, 소화기능장애, 수면장애 등을 유발시키는 등 인체에 다양한 악영향을 미치고 있으며, 다양한 성분이 극히 낮은 농도로 존재할 경우에도 인간의 감각기관을 자극하게 된다. 또한, 쓰레기매립시설, 소각시설, 하수처리시설, 분뇨처리시설, 음식물쓰레기처리시설 등의 환경기초시설과 기타 생활악취 배출원은 주로 주민의 생활주변에 밀접하게 연관되어 있는 시설이다. 특히, 하수처리시설과 분뇨처리시설에서는 처리 과정에서 황화합물을 비롯하여 여러 종류의 악취물질을 배출시키고 있으며, 이로 인하여 하수처리장은 혐오시설의 하나로 인식되고 있으나, 이들 악취물질에 대한 발생농도나 발생량 산정에 관한 연구가 체계적으로 이루어지지 않고 있는 실정이다.

생활악취배출원으로부터 발생하는 악취물질은 관리상태, 기상조건, 발생원의 특성 등에 따라 크게 다른 특성을 보이고 있을 뿐만 아니라, 원인물질 상호간의 상쇄, 상승작용 등이 복잡하게 진행되어 아직까지 객관적인 평가방법이나 저감대책의 수립이 어려운 실정이다.

이와 같은 현실에서 악취오염관리를 위한 전략을 수립하고 시행하기 위해서는 악취 배출원에서 배출되는 악취물질에 대한 배출원 파악과 함께, 악취물질의 배출 특성, 강도, 그리고 악취물질의 배출량 산정 등 Inventory 구축이 필수적이라 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 하수처리장에서 발생하는 악취물질을 현장조사에 의하여 대기 중으로 배출되는 단위면적당 단위시간당 배출량을 의미하는 플럭스(flux)를 산정하고, 하수처리장의 활동도를 적용하여 악취배출계수를 추정하고자 하였다.

2. 연구 방법

현재 운영 중인 우리나라 하수처리장의 처리공법 중 표준활성법은 전체의 172개소 중 102개소로서 59.3%를, 처리용량은 17,378천톤/일로서 총 처리용량 18,400천톤/일의 94.4%를 차지하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 표준활성법을 이용하고 있는 하수처리장을 대상시설로 선정하였으며, 선정된 대상시설을 대규모(500천톤/일) 처리시설과 중규모(100 ~ 500천톤/일) 처리시설로 구분하여 각각 1개 시설을 선정하였다. 또한, 대상시설에서의 악취물질을 시료채취는 대기 중으로 직접 배출되는 공정(최초침사지, 포기조, 최종침전조)을 중심으로 실시하였다.

하수처리시설과 분뇨처리시설의 수표면에서 발생되는 악취물질 시료채취는 미국 EPA와 LLNL 등에서 악취배출량 산정에 적용하고 있고, 사용자 지침서 등이 발행되어 있어 산정 절차의 신뢰성을 확보할 수 있는 열린챔버(Dynamic Flux Chamber)방식을 이용하였다. 열린챔버방식을 이용한 수표면에서의 악취물질 시료채취는 열린챔버의 유입구를 통하여 zero air를 일정유량(5L/min)으로 공급하여 60분이 경과한 후 악취물질을 채취하였는데, 채취방법은 분석방법의 특성에 따라, 황화합물, 스티렌(C₆H₆), 트리메틸아민((CH₃)₃N)는 'US EPA Method 18'의 Lung sampler를 이용한 bag 포집법, 암모니아는 흡수액을 이용한 흡수법을 이용하여 악취물질을 채취하였다.

채취된 악취물질의 분석은 황화합물의 경우, Bag 포집에 의해 채취된 시료를 저온농축 시킨 후 GC-PFPD법을, 스티렌은 Bag 포집에 의해 채취된 시료를 TD농축시킨 후 GC/FID법을, 암모니아는 대기오염공정시험법인 인도페놀

법을, 트리메틸아민은 Bag 포집에 의해 채취된 시료를 SPME로 농축시킨 후 GC/NPD법을 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

현장 시료채취를 통하여 측정된 악취농도를 이용하여 Flux($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$)를 구한 후 악취배출면적을 적용하여 산정한 단위시간당 악취배출량(mg/day)에 활동도를 적용하여 악취배출계수를 산정하였으며, 가스배제공의 경우에는 측정된 악취농도와 배출속도를 이용하여 1개소의 가스배제공에서 악취배출량을 구하고 여기에 가스배제공의 수를 곱하여 산정한 단위시간당 악취배출량(mg/day)을 활동도(실제 매립량)로 나누어 배출계수를 산정하였다.

표 1에서 보는 바와 같이, 하수처리에서는 대규모로 운영되어지는 시설에 비해 중규모로 운영되어지는 시설에서 상대적으로 높은 농도로 발생되는 것으로, 위생처리시설에서는 액상부식법에 비해 하수연계처리 방법으로 운영되어지는 시설에서 상대적으로 높은 농도의 악취물질이 발생되는 것으로 조사되었다.

또한, 하수처리장의 경우, 포기조나 최종침전조에 비해 침사지에서 높은 농도의 악취물질이 발생되며, 하수연계처리방식으로 운영되는 위생처리장의 경우 방지시설, 협잡물건조장에 비해 저류조에서, 액상부식법으로 운영되는 위생처리장의 경우 최종침전조에 비해 오니건조장에서 높은 농도의 악취물질이 발생되는 것으로 조사되었다.

Table 1. Concentration of odorous from Sewage Treatment Plant and manure treatment plant

구 분	농도(ppb)							
	NH ₃	H ₂ S	CH ₃ SH	DMS	DMDS	(CH ₃) ₃ N	C ₆ H ₆	
하수처리장 (대규모)	침사지 ¹⁾	423	6.64	13.48	7.03	3.05	N.D	N.D
	포기조 ¹⁾	195	23.27	N.D	3.67	2.23	3.17	6.52
	최종침전조 ¹⁾	181	26.36	N.D	N.D	2.63	3.11	N.D
하수처리장 (중규모)	침사지 ¹⁾	1,302	22.05	5.84	N.D	207.90	N.D	N.D
	포기조 ¹⁾	182	26.71	N.D	N.D	1.97	N.D	N.D
	최종침전조 ¹⁾	238	40.35	N.D	N.D	3.56	2.84	N.D
위생처리장 (하수연계처리)	저류조 ²⁾	11,413	24.95	13.35	15.25	1.32	4.86	38.44
	방지시설 ²⁾	3,767	41.52	17.55	149.00	1.63	3.86	39.46
	협잡물건조장 ¹⁾	2,445	940.00	457.00	6.12	1.01	3.05	69.15
위생처리장 (액상부식법)	최종침전조 ¹⁾	1,131	0.64	0.91	0.75	2.91	N.D	16.01
	오니건조장 ¹⁾	1,010	0.98	4.39	2.02	15.20	N.D	14.83

¹⁾DFC system을 이용한 시료채취

²⁾직접채취

사 사

본 연구는 환경부의 “차세대핵심환경기술개발사업(Eco-technopia 21 project)”으로 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

환경부 (2001) 악취물질 발생원 관리방안 개선을 위한 조사 연구.

U.S EPA, Measurement of gaseous emission rates from land surface using an emission isolation flux chamber user's guide, EPA contract NO. 68-02-3889-WA18.