

3B1) 분뇨(위생)처리장에서 발생하는 악취물질의 분석 및 배출 특성

Emission Characteristic and Analysis of Malodorous Materials from Manure Treatment Plant

전의찬 · 사재환¹⁾ · 이성호 · 김기현

세종대학교 지구환경과학과, ¹⁾동신대학교 환경공학과

1. 서 론

최근 민원의 약 20%를 차지하며, 대기질 관리 대상 중 하나인 악취는 호흡기장애, 순환기장애, 소화 기능장애, 수면장애 등을 유발시킬 수 있으며, 다종의 성분이 수 ppb이하의 낮은 농도로 존재할 경우에도 인간의 감각기관을 자극하게 된다. 또한, 생활악취 배출원들은 생활주변에 밀접하게 연관되어 있는 시설로 생활환경에서 쉽게 노출되는 곳에 존재하고 있다. 그중 분뇨(위생)처리시설은 수집과정을 비롯하여 처리과정에서 악취를 유발하는 황화합물과 다종의 물질이 배출되고 있다. 이러한 현상은 분뇨(위생)처리시설을 비롯한 환경시설을 혐오시설로 인식시키고 있다.

현재까지 생활악취배출원으로부터 발생하는 악취물질에 대한 발생농도나 발생량 산정에 관한 연구가 체계적으로 이루어지지 않았다. 또, 생활악취배출원에서 발생하는 악취물질의 관리상태, 기상조건, 발생 특성 등의 조건에 따라 크게 다른 특성을 보이고, 악취원인물질 상호간의 복잡한 상쇄, 상승 등의 작용으로 객관적인 평가방법이나 저감대책의 수립이 매우 어려운 실정이다.

이와 같은 현실에서 악취오염관리를 위한 전략을 수립하고 시행하기 위해서는 악취 배출원에서 배출되는 악취물질이 지속적으로 배출되는 공정의 파악과 배출되는 악취물질의 특성과 강도, 배출량 산정 등에 대한 Inventory 구축이 매우 시급한 사항이라 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 분뇨(위생)처리장에서 발생하는 악취물질에 대한 현장조사로 대기 중으로 배출되는 플럭스(flux : 단위면적당 단위시간당 배출량)를 산정하고, 분뇨(위생)처리장의 활동도를 적용하여 악취물질의 배출특성을 추정하고자 하였다.

2. 연구 방법

현재 운영 중인 우리나라 대부분의 분뇨(위생)처리장은 하수연계처리법과 액상부식법을 이용하고 있다. 분뇨(위생)처리장의 경우, 대부분의 공정에 덮개나 방지시설을 설치하여 발생하는 악취물질이 대기 중으로 직접적으로 배출되는 것으로 방지하고 있다. 그러나 하수연계법의 포기조, 건조장과 액상부식법의 최종침전조와 건조장에는 덮개나 방지시설이 설치되어 있지 않아 발생하는 악취물질이 대기 중으로 배출되고 있는 것으로 조사되었다. 또, 방지시설로 유입되는 악취물질 농도가 고농도로 고효율로 처리될 지라도 저농도의 악취물질이 배출되어질 것으로 예상되므로, 하수연계법 분뇨처리장의 시료채취는 포기조, 방지시설, 건조장과 액상부식법 분뇨처리장의 최종침전조, 방지시설, 건조장을 주요 악취배출원으로 선정하였다.

시료채취 방법은 유입된 분뇨의 산화조 수표면과 건조장에서 발산되는 악취물질을 미국 EPA와 LLNL 등에서 적용하고 있고, 사용자 지침서 등이 발행되어 있어 산정 절차의 신뢰성을 확보할 수 있는 열린챔버(Dynamic Flux Chamber)방식을 이용하였다. 열린챔버방식을 이용한 시료채취는 열린챔버 유입구로 zero air를 공급(5L/min)하여 열린챔버의 내부가 완전혼합이 이루어지는 60분이 경과한 이후에 악취물질을 채취하였다. 시료채취는 분석방법의 특성에 따라, 황화합물, 스티렌(C₈H₈), 트리메틸아민((CH₃)₃N)은 'US EPA Method 18'의 Lung sampler를 이용한 bag에 의한 시료채취를 실시하였고, 암모니아는 흡수법을 이용하였다.

채취된 시료는 악취물질의 분석 방법에 따라 황화합물의 경우, 트랩과 TDU를 이용하여 저온농축 후

탈착에 의한 GC-PFPD법으로, 스티렌은 Bag으로 채취한 시료를 TDU로 농축시킨 후 GC/FID법으로 분석하였다. 암모니아는 대기오염공정시험법인 인도페놀법을 사용하였고, 트리메틸아민은 Bag으로 채취한 시료를 SPME로 물리적 흡착시킨 후 GC/NPD법을 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

현장 시료채취를 통하여 측정된 악취농도를 이용하여 Flux($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{min}$)로 산정한 후 시료채취 지점의 면적을 적용한 단위시간당 악취배출량($\mu\text{g}/\text{min}$)에 대상시설의 활동도를 적용하여 악취배출계수를 산정하였으며, 방지시설의 경우에는 측정된 악취농도에 배출량(m^3/min)과 대상시설의 활동도를 적용하여 배출계수를 산정하였다.

Table 1에 분뇨(위생)처리장의 각 공정에서 배출되는 악취물질 농도를 나타내었다. 하수연계처리방식의 분뇨(위생)처리장에서는 저류조의 악취물질은 암모니아가 여름철에 다소 높은 농도를 보이고 있으며, 그 외 악취물질들은 겨울철의 농도가 상대적으로 높게 나타나는 것으로 조사되었다. 방지시설에서는 황화수소, 메틸메르캅탄, 아세트알데히드가 여름철에 높게 나타났고, 이황화메틸, 이황화이메틸, 스티렌은 겨울철에 높은 농도를 보이는 것으로 조사되었다. 또, 액상부식방식의 분뇨(위생)처리장의 최종침전지와 건조장에서는 암모니아의 농도가 매우 높게 나타났다.

또한, 분뇨처리시설에서는 분뇨의 수거 및 처리방법의 특성상 계절적 영향이 적었으나, 대기 중에 노출되어 있는 공정에서는 어느 정도의 계절적 특성이 나타나는 것으로 조사되었다.

Table 1. Concentration of odorous from manure treatment plant (unit : ppb)

구 분		NH ₃	H ₂ S	CH ₃ SH	(CH ₃) ₂ S	(CH ₃) ₂ S ₂	(CH ₃) ₃ N	CH ₃ CHO	C ₈ H ₈	
액상부식	최종침전지	1,132	0.64	0.91	0.75	2.91	3.90	10.63	16.01	
	건조장	1,011	0.98	4.39	2.02	15.20	7.08	40.51	14.83	
하수연계	저류조	여름	11,413	24.95	13.35	15.25	1.32	4.86	57.36	38.44
		가을	2,649	96.63	0.97	3.91	1.14	19.23	25.49	72.04
		겨울	1,507	2,651.05	166.41	96.37	28.00	2.59	44.57	140.36
	방지시설	여름	687	940.00	457.00	6.12	1.01	1.53	38.96	69.15
		가을	1,734	96.29	2.28	2.31	0.91	34.59	21.94	22.34
		겨울	417	107.08	34.27	39.67	6.78	0.93	16.37	100.77
	건조장	여름	2,445	41.52	17.55	149.00	1.63	3.86	53.70	39.46
		가을	2,242	11.20	10.17	13.66	2.47	18.46	24.71	69.40
		겨울	696	1,038.91	246.50	26.75	83.97	3.09	88.97	988.51

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
- 환경부 (2000) 99 오수분뇨축산폐수통계
- 환경부 <http://www.me.go.kr>
- 환경관리연구소 (2002. 1) 2002 환경산업총람, 제 7집
- 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