

3B2) 하수처리시설에서 악취물질 배출 특성 연구

The Study on the Characteristics of odorous Emission from Sewage Treatment Plant

전의찬 · 사재환¹⁾ · 이성호 · 김선태²⁾ · 김덕현³⁾ · 김기현 · 홍지형⁴⁾

세종대학교 지구환경과학과, ¹⁾동신대학교 환경공학과, ²⁾대전대학교 환경공학과

³⁾한국산업기술대학교 생명화학공학과, ⁴⁾국립환경연구원 대기공학과

1. 서 론

악취오염문제는 생활주변에서 직접적으로 자주 접하게 되며, 일반 대기오염물질과 달리 낮은 농도에 서도 쉽게 감지되어 환경관련 민원 중에서도 그 수가 급격히 증가하고 있는 실정이다. 특히, 최근에는 증가하고 있는 공단을 비롯한 악취물질 발생원 주변 주민들이 제기하고 있는 악취오염에 대한 불만과 민원을 저감시키기 위해 정부에서도 산업시설에서 발생하는 악취의 구체적인 배출량과 오염물질의 성상에 대한 자료를 종합하여 악취오염 현황에 대한 대책을 수립하고자 여러 방면에 걸친 연구사업이 진행되고 있다. 생활악취배출원에서 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 산정한 후, 하수처리장의 활동도를 적용하여 악취배출계수를 추정하였으며, 처리공정별 배출특성 및 계절별 배출특성을 살펴보았다.

2. 연구 방법

현재 운영 중인 하수처리시설 중 표준활성법을 적용하고 있는 시설은 102개소, 총 처리용량은 17,377.6천톤/일로서, 시설 수로는 전체의 61.6%, 처리용량은 전체의 94.5%를 차지하고 있다. 또한, 표준활성법을 적용한 하수처리시설을 처리용량별로 구분하면, 50~100 천톤/일 규모의 처리시설의 경우, 시설수는 14개소로서 전체의 24.5%, 처리용량은 5,716 천톤/일로서 전체의 32.9%를, 500천톤/일 이상 규모의 처리시설의 경우 시설 수는 10개소로서 전체의 9.8%, 처리용량은 9,660 천톤/일로서 전체의 55.6%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다.

따라서, 본 과제에서는 현재 운영 중에 있으면서, 처리방법이 표준활성법을 적용하며, 처리시설이 100천톤~500천톤/일(중규모 처리시설)과 500천톤/일(대규모 처리시설) 이상의 하수처리시설을 선정하였다..

그 결과, 대규모 처리시설의 경우 G시에 있는 하수종말처리장, 중규모 처리시설의 경우 S시에 위치하고 있는 하수종말처리장을 선정하였으며, 각 하수처리시설에서의 측정지점은 침사지, 포기조, 최종침전지에서 실시하였다.

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 악취물질 시료채취방법은 열린챔버의 유입구를 통하여 zero air를 일정유량(5L/min)으로 공급하여 60분이 경과한 후 악취물질을 채취하였는데, 채취방법은 분석방법의 특성에 따라, 황화합물, 스티렌(C₈H₈), 트리메틸아민((CH₃)₃N)은 'US EPA Method 18'의 Lung sampler를 이용한 bag 포집법, 암모니아(NH₃)는 흡수법을 이용하여 악취물질을 채취하였다.

하수처리시설은 기상적 조건, 즉 하수처리시설 대상구역의 강수량, 대기 온도, 처리수의 수온 등의 영향을

직접적으로 받는 악취물질 배출시설이므로, 배출농도나 배출계수 등을 산정하기 위해서는 기상조건의 영향을 충분히 고려하여, 대상시설에 대한 악취물질 시료채취를 계절별(여름철, 가을철, 겨울철)-시간대(오전 시간대, 오후시간대)별로 구분하여 시료를 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 대기 오염공정시험법인 인도폐놀법을, 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 산정하였다.

연구결과, 중규모 하수처리시설에서는 여름철에 악취물질 및 악취강도 flux가 다소 높게 평가되었으며, 대규모 하수처리시설에서 가을철과 겨울철에 악취물질 및 악취강도 flux가 높게 평가되었으며, 단위공정별 연평균 악취물질 flux를 살펴보면, 대규모 하수처리시설에서는 침사지에서, 중규모 하수처리시설에서는 포기조에서 상대적으로 높은 flux를 보이고 있다.

대규모와 중규모하수처리시설의 배출계수는 각각 2.68E-06 kg/Activity-ton, 3.00E-06 kg/Activity-ton으로 다소 유사한 악취물질 배출계수를 보이는 것으로 조사되었으며, 악취도의 경우 대규모와 중규모 하수처리시설에서는 각각 2.65E+01 kg/Activity-ton, 3.75E+01 kg/Activity-ton으로 평가되었다.

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

구 분	$10^3\text{ou}/$ Activity-ton	kg/Activity-ton								
	OU	NH_3	H_2S	CH_3SH	$(\text{CH}_3)_2\text{S}$	$(\text{CH}_3)_2\text{S}_2$	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	CH_3CHO	C_6H_6	합계
대규모	2.65E+01	2.39E-06	6.36E-08	4.61E-09	1.95E-08	3.23E-08	1.63E-08	8.22E-08	7.14E-08	2.68E-06
침사지	1.40E+01	5.18E-08	2.25E-08	3.43E-09	1.29E-09	1.61E-09	5.10E-10	3.47E-09	2.65E-09	
포기조	1.12E+01	1.28E-06	3.78E-08	6.33E-10	1.50E-08	1.65E-08	1.41E-08	4.41E-08	2.12E-08	
최종침전조	1.25E+00	1.06E-06	3.22E-09	5.46E-10	3.18E-09	1.41E-08	1.68E-09	3.46E-08	4.75E-08	
중규모	3.75E+01	2.49E-06	1.01E-07	6.75E-09	1.53E-08	1.84E-07	4.94E-09	1.01E-07	9.53E-08	3.00E-06
최초침전지	2.56E+01	7.23E-07	6.16E-08	4.17E-09	9.80E-10	1.19E-07	3.32E-09	2.97E-08	1.52E-08	
포기조	1.05E+01	8.75E-07	3.44E-08	2.38E-09	1.31E-08	5.20E-08	1.19E-09	4.58E-08	4.07E-08	
최종침전지	1.44E+00	8.91E-07	5.14E-09	2.01E-10	1.24E-09	1.23E-08	4.35E-10	2.59E-08	3.94E-08	

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