

MA11) 수체발산 악취물질 악취단위 산정에 관한 기초실험 A Fundamental Experiment of Odor Unit Estimation for Water-body Diffuse Odor

김학민, 이범진, 김선태
대전대학교 환경공학과

I. 서론

대기 중으로 발산되어 인간의 감각기관을 자극함으로써 불쾌감을 유발하고 집중력을 저하시키는 등 일상생활에 좋지 않은 영향을 주는 악취를 객관적으로 평가하기 위해 취기를 감지할 수 있는 최저농도를 평가하는 감지역치(Threshold)의 결정, 냄새가 얼마나 강한가를 평가하는 악취강도(Odor Intensity) 측정, 냄새의 종류를 판단하는 냄새 질(Odor Quality) 판정 등 악취의 성질을 표현하는 여러 방법이 사용되고 있다. 특히 악취문제를 대기오염현상의 하나로 인식하고 악취현상을 해석하고자 할 경우 사용되는 모델링의 입력자료로 악취측정 결과를 활용하기 위해서는 측정된 악취수준을 악취량으로 표현하여야 한다. 일반적으로 악취수준을 모델링의 입력자료로 활용하는 방법은 감지역치를 o.u.(Odor Unit) 또는 ED₅₀(Effective Dose 50)으로 표현하거나 감지되는 악취수준을 1-butanol과 같은 기준악취물질의 농도에 상당하는 양으로 표현하는 방법, 실제 외부로 배출되는 악취물질을 정량적으로 분석하는 방법이 제안되고 있다. 그러나 1-butanol과 같은 기준악취물질의 농도로 감지취기를 구체화하는 방법은 실제악취현황을 표현하는데 한계를 갖고 있으며, 악취물질을 정량적으로 분석하는 경우도 분석기술상의 한계로 복합취기가 영향을 주는 경우 악취현상을 표현하는데 한계를 갖게된다. 이러한 이유로 o.u. 또는 ED₅₀으로 표현되는 감지역치 측정값이 주로 모델의 입력자료로 활용되게 되는데 점오염원의 경우 특정 배출구에서 배출되는 가스를 채취하고 분석하여 악취발산량을 상대적으로 정확하게 측정할 수 있으나, 하수처리장, 쓰레기매립지과 같은 면오염원에서 발산되는 악취물질의 채취는 바람과 같은 기상요인에 의해 시료채취 단계에서부터 많은 영향을 받게된다.

이에 본 연구에서는 기상시료의 악취수준 평가에 국한하여 사용되어온 SA(Sensor Aided)-ASTM syringe method를 이용하여 대기 중에 완전히 개방되어 있는 오·폐수처리장의 수체(water-body)에서 발산되는 악취물질을 대상으로 시료채취방법 및 회석방법에 따른 o.u. 측정결과를 정리하여 실험대상물질의 범위확장에 따른 SA-ASTM syringe method의 적용가능성을 살펴보았다.

II. 실험재료 및 방법

SA-ASTM주사기법은 취기시료를 무취공기를 이용하여 단계적으로 회석한 시료를 대상으로 panel이 취기를 감지할 수 없는 수준의 회석배수를 구하는 ASTM주사기법을 응용한 것으로 실험방법의 차이점은 취기의 유·무에 대한 최종판단을 감각기관을 사용하는 panel 대신 취기수준을 객관적인 수치로 표현할 수 있는 복합취기센서를 이용하는 것이다.

이러한 실험방법에 의해 악취수준을 평가하기 위해서는 복합취기센서의 측정수치를 안정시키기 위해 약 2L 정도의 시료가 필요하며, 조제한 무취공기와 취기시료를 주사기를 이용하여 단계적으로 시료를 조제하여야 하므로 시료를 준비하는 단계에서 다소 오차가 발생할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 수체에서 발산되는 악취물질의 경우 냄새를 유발하는 원 시료가 액상이라는 점과 시료채취과정이 간단하다는 점을 고려한다면 증류수를 이용하여 시료를 정확하게 회석한 후 수체에서 발산되는 취기물질을 측정하는 방법이 좀더 간단하게 측정결과를 유도할 수 있을 것으로 판단되어 제지공정에서 발생하는 슬러지폐액을 대상으로 취기시료의 채취방법에 따라 변화하는 취기수준을 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

수체에서 발산되는 취기가스를 현장에서 직접채취하고 무취공기를 이용하여 단계적으로 회석(gas phase)하며 취기변화를 측정된 결과와 증류수를 이용하여 슬러지폐액을 단계적으로 회석한 시료(liquid

phase)에 0.2L/min의 유속으로 무취공기를 통과시켜 외부로 발산되는 취기를 복합취기측정기로 측정된 결과를 그림 1의 <case I>에 정리하였으며, 슬러지폐액을 약 3일 보관한 후 증류수를 사용하여 단계적으로 조제한 시료에 무취공기를 0.2L/min의 유속으로 통과시켜 외부로 발산되는 취기를 측정된 결과와 단계적으로 희석한 액상시료에서 발산되어 Head space로 이동한 악취물질의 취기를 측정된 결과 및 원시료에서 발산되는 악취가스를 무취공기를 사용하여 단계적으로 희석하며 측정된 취기변화를 <case II>에 정리하였고, 이러한 측정결과와 상관성을 분석하여 구현한 악취농도식 및 무취공기의 취기수준을 고려하여 계산한 악취단위 산정결과를 표 1에 정리하였다.

<case I>의 실험결과 취기가스를 무취공기를 이용하여 희석하는 경우보다 시료를 증류수로 희석한 후 강제로 취기가스를 발산시켜 측정된 악취단위가 다소 높으나 외부공기와 접촉하면서 취기가 저감되는 속도는 유사한 것으로 나타났으며, <case II>의 경우 취기시료 채취방법에 따라 gas phase, natural permeate, liquid phase 순으로 악취단위와 취기저감속도가 높지만 서로 유사한 악취수준을 갖는 것으로 나타났다. 특히 <case I>의 liquid phase와 <case II>의 gas phase 시료의 악취단위가 유사한 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 액상의 슬러지폐액에서 발산되는 악취유발물질이 황화수소가스라는 점을 고려한다면 시료의 보관에 따라 유기물이 분해되어 슬러지폐액시료가 산성화되며 외부로 발산되는 황화수소의 양이 증가하는 일반적인 현상을 객관적으로 설명해 주는 것이라 판단된다.

아직까지 다양한 시료에 대한 실험이 충분하게 진행되지 않아 단정적으로 말할 수 없지만 gas phase와 liquid phase 시료의 측정결과에 대한 연관성을 찾는다면 수체에서 발산하는 악취의 악취수준을 간편하게 측정할 수 있을 것으로 판단되며, 상수원수의 이·취미수준을 평가하는 Threshold Odor Test 결과와 SA-ASTM주사기법을 이용하여 수체발산 악취물질의 악취수준을 평가하는 실험결과에 대한 상관관계를 구체화시킨다면 5인 이상의 panel이 장시간 실험을 진행하여야 하는 상수의 TON(Threshold Odor Number) 측정방법을 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

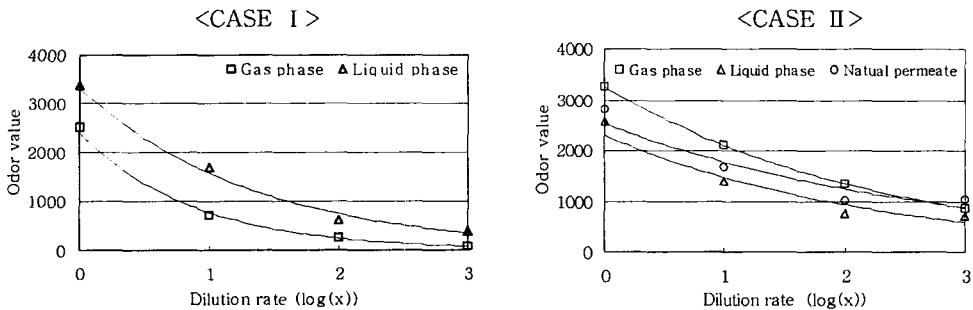


Fig. 1. Variation of odor value with dilution rate

Table 1. The result of odor unit calculation

	Item	Odor formula	Odor unit
Case I	Gas phase	$y = 2402 \times \text{EXP}(-0.65X)$	$10^{b_{LU}}$
	Liquid phase	$y = 3375 \times \text{EXP}(-0.75X)$	$10^{b_{LJ}}$
Case II	Gas phase	$y = 3256 \times \text{EXP}(-0.44X)$	$10^{b_{LU}}$
	Liquid phase	$y = 2564 \times \text{EXP}(-0.62X)$	$10^{b_{LJ}}$
	Permeation	$y = 2807 \times \text{EXP}(-0.51X)$	$10^{b_{LU}}$

참고문헌

1. Harold J., "Odor and VOC Control Handbook", Mc-Graw hill, 1998.
2. 김선태 외, "SA-ASTM주사기법에 의한 악취발생량 평가 및 무취공기 표준화에 관한 연구", 대전대학교 산업기술연구소 논문집, 10.1, 9-17, 1999