

## PS30(MA33) 암모니아 Passive Sampler를 이용한 제지공장 내 암모니아 공간분포 측정

### The Analysis of Ammonia Spatial Distribution of Ammonia at Paper Mill Using Passive Sampler

김 학 민, 노 태 목, 이 범 진, 김 선 태  
대전대학교 환경공학과

#### 1. 서 론

다양한 배출원을 통해 외부로 발산되는 악취유발물질이 생활환경에 미치는 영향을 객관적으로 조사하고 평가하기 위해서는 인간의 감각기관을 이용하는 관능측정법과 화학성분을 분석하는 기기분석법을 동시에 적용하는 것이 필요하다. 그러나 인간의 감각기관을 이용하여야 하는 관능측정법의 경우 판정인이 장시간에 걸쳐 악취현상을 평가할 수 없다는 한계를 갖고 있으며, 기기분석법의 경우도 측정방법의 특성상 장시간 동안 시료를 채취하기 어려운 문제점을 갖고있어 풍향 및 풍속 등 기상조건에 따라 순간적으로 감지되는 취기수준이 다른 악취현상을 명확하게 규명하는데 일정부분의 한계를 갖게된다. 특히 여러 가지 외부요인에 따라 변화가 빈번한 악취현상의 경우 취기가 감지되는 당시의 측정결과가 의미 있는 자료로 활용되는 경우가 많기는 하지만, 오랜 시간동안 지속적으로 악취유발물질의 영향을 받게되는 사업장주변 등 발생원 주변에서 감지되는 악취의 경우 측정결과와 감지되는 취기수준의 상이함에 따라 일상생활에서 감지되는 악취현상에 대한 평가작업을 수행하는데 있어 어려움을 갖게된다. 이러한 현장 측정의 어려움을 저감시킬 수 있는 방법은 지속적으로 악취유발물질에 대한 측정이 이루어져야하나 현실적으로 이러한 문제를 해결할 수 있는 대안이 부족한 것이 사실이다.

이에 본 연구에서는 sampler의 특성상 상대적으로 장시간에 걸쳐 시료를 채취하고 측정할 수 있는 passive sampler의 특징을 활용하여 재생지와 원료펄프를 가공하여 제품을 생산하는 제지공장 주변지역의 여러 측정지점에서 passive sampling에 의한 암모니아를 채취하였으며, 분석결과를 정리하여 passive sampler를 이용한 대기 중 암모니아의 측정가능성을 살펴보았다.

#### 2. 실험재료 및 방법

대기환경 중의 암모니아를 측정하기 위해 사용한 sampler는 현재개발 중에 있는 tube형태의 passive sampler로써 분석결과를 정확하게 농도로 표현하기 위해서는 앞으로 해결하여야 할 과제가 있기는 하지만 외부요인에 의한 영향이 상대적으로 심한 악취유발물질의 공간분포 측정가능성을 살펴보기 위한 관점에서 사용하였다. 시료의 채취는 가을과 겨울에 실시하였으며, 한 지점에 3개의 sampler를 설치하였고, 측정지점사이의 거리는 현장상황을 고려하여 최대한 일정한 거리를 유지시킬 수 있도록 하였다. 또한 시료채취시간은 24시간을 기준으로 하였으며, 시료를 수거한 후 48시간 이내에 실험실분석을 실시하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

##### 1. passive sampler 측정결과의 농도환산 및 sampler간 측정값 평가

암모니아 passive sampler를 이용한 측정결과를 대기 중 농도로 환산하기 위하여 동일한 측정지점에서 active sampling을 이용하여 실시한 암모니아측정결과(인도페놀법)를 표 1에 정리하였다. 다양한 조건에서 측정한 결과가 많지 않아 passive sampler를 이용한 측정결과를 대기 중 농도단위로 정확하게 표현하기 어렵지만 공간분포의 조사는 관점에서 표 1에 정리한 농도환산계수 7.0을 사용하여 passive sampler를 이용한 암모니아 측정값을 정리하였다. 표 2는 종이제조공정 내부를 포함한 약 20지점에서 4회 측정된 결과를 정리한 것으로, 측정결과 중 중간수준의 농도범위를 갖는 공정주변의 측정값이 가장 안정적인 것으로 나타났으며, 외부공기의 출입이 제한되어 상대적으로 높은 농도로 감지되는 공정내부와 낮은 농도범위를 갖는 부지경계 측정값의 표준편차범위가 큰 것으로 조사되어 중간수준의 농도범위

에서 측정된 결과보다 sampler의 안정성이 다소 미흡한 것으로 나타났다. 그러나 각 측정지점별 sampler가 나타내는 측정값간의 표준편차를 0.5ppb계급구간으로 나누어 정리한 그림 2에 의하면 측정지점별 sampler간의 표준편차가 2ppb수준 이하인 것으로 분석된 측정지점이 86%수준인 것으로 조사되어 측정지점별 sampler간의 재현성은 우수한 것으로 판단되는 결과를 얻었다.

Table 1. Comparison of the result between indo-phenol method and passive sampler

Item	Indo-phenol method (ppb)	passive sampler		$\frac{ppb}{\mu A}$	conversion factor
		colorimeter value ( $\mu A$ )	average		
Adjacent source	83.6, 83.8	12.9, 13.0	(n=6)	12.9	6.5
Near the source	55.1, 56.5, 66.8	8.1, 7.7, 8.1	(n=15)	7.8	7.6
Outer point	33.3, 39.3, 41.6	4.7, 5.9, 5.5	(n=15)	5.4	7.1

Table 2. Result of NH<sub>3</sub> analysis using passive sampler

Item	Range (ppb)	S.D. range
Inner plant (n=72)	59.0 ~ 345.0	0.2 ~ 7.2
Outer plant (n=63)	14.0 ~ 109.0	0.1 ~ 1.8
Boundary area (n=102)	3.1 ~ 57.2	0.2 ~ 4.3

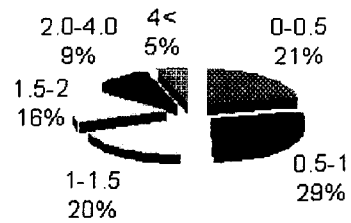


Fig. 2. Frequency of S.D. by range

## 2. 측정지점별 암모니아 검출특성

제지공장 내부측정 지점 중 공기의 출입이 자유로운 약 15개 지점에서 채취한 암모니아 측정결과를 그림 2에 24시간 동안 관측된 바람의 특성과 함께 contour map 형태로 정리하였다. 일반적으로 제지공장에서 빈번하게 검출되는 악취유발물질은 S계열의 물질이며, 상대적으로 낮은 수준의 암모니아가 폐수처리장과 종이가공공정을 중심으로 발생하는 것으로 알려져 있다. 이러한 암모니아의 배출특성과 그림 2의 결과를 비교하면 폐수처리장과 슬러지처리시설에서 상대적으로 높은 수준의 암모니아가 검출되는 것으로 나타나 제지공장에서의 암모니아의 배출특성을 분명하게 표현하고 있는 것으로 나타났으며, 특히 가을측정 결과 중 폐수처리장에서 100ppb이상으로 감지된 암모니아 농도가 겨울측정 시 급격하게 낮아지는 것으로 조사되었는데, 이러한 측정결과는 폐수처리장 운영 시 미생물의 활성을 증가시키기 위해 암모늄이 다량으로 함유된 영양제를 가을에만 한정적으로 사용하고 겨울에 사용하지 않은 이유인 것으로 나타나 passive sampler를 이용한 암모니아의 측정결과가 현장의 상황을 매우 정확하게 설명하고 있다는 사실을 확인할 수 있었다.

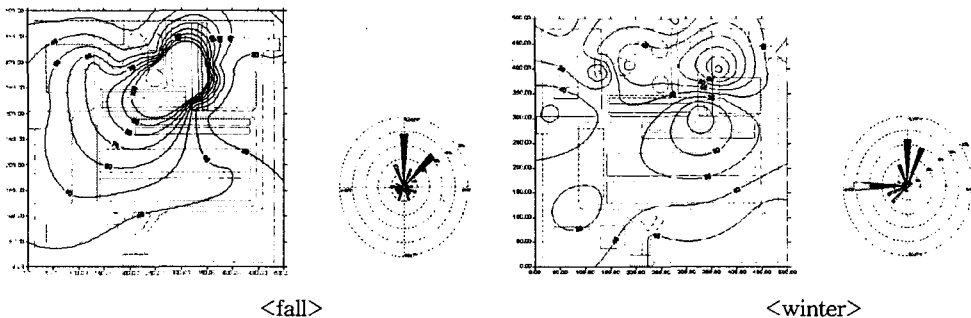


Fig. 2. Ammonia spatial distribution and wind rose at paper mill site