

PS29(MA32) Passive Sampler를 이용한 암모니아측정에 대한 기초실험 A Fundamental Experiment of NH₃ Analysis Using Passive Sampler

김 학 민, 이 범 진, 김 선 태
대전대학교 환경공학과

1. 서 론

환경부에서 규제하고 있는 악취규제물질 중 자극적이며 화장실에서 나는 냄새와 유사한 성격을 가진 암모니아는 식품 및 화학공장 등의 산업시설은 물론 환경기초시설, 대규모 농수산시장 등에서 발생하여 생활환경에서 빈번하게 감지할 수 있는 대표적인 악취유발물질의 하나이다. 이러한 암모니아를 분석할 수 있는 방법은 피리딘-피라졸론법, 네슬러법, 인도페놀법, GC-FTD법 등 여러 실험방법이 제안되고 있으나 공기를 강제적으로 흡입하여 봉산흡수액과 접촉시켜 암모니아를 채취하고, 발색시약과의 반응에 의해 생성되는 푸른색의 인도페놀을 측정하여 암모니아를 정량하는 인도페놀법이 가장 광범위하게 이용되고 있다. 이와 같은 측정방법은 일반적으로 알려진 active sampling의 특성상 시료채취지점에 대한 다양한 선택이 어려워 특정발생원 또는 발생원과 인접한 지점에서의 농도수준을 평가하는 목적으로 주로 사용되고 있으며, 동일시간대에 걸쳐 여러 지점의 시료를 확보하기 어려운 것이 사실이다. 그러나 생활환경에서 감지되는 악취유발물질의 측정이라는 관점에서는 여러 지점에서 측정하고자 하는 물질의 농도수준을 조사하거나, 대기확산모형의 운영을 통한 확산범위의 검증 또는 추정할 수 있는 방법이 필요하게 된다.

이에 본 연구에서는 널리 알려진 이산화질소 측정용 passive sampler를 이용하여 동일시간대에 여러 지점에서의 시료채취가 가능한 NH₃ passive sampler의 제작 및 활용가능성을 조사하기 위하여 sampler 제작과정에서 고려해야 할 요인들에 대한 기초적인 실험을 실시하였으며, 환경대기 중 암모니아의 측정가능성을 살펴보았다.

2. 실험재료 및 방법

passive sampler의 구성은 목적성분과 반응하여 안정한 상태의 화합물로 변환시켜주는 흡수액을 대신하는 여지, 분석하고자 하는 물질을 분자확산현상을 이용하여 채취할 수 있도록 도와주며, 수분을 차단시켜주는 균일다공질의 소수성 막과 분자확산 공간의 제공 및 여지와 소수성 막을 지탱해주는 본체로 구성되게 된다. 실험에 사용한 sampler는 이산화질소 측정용 sampler(여지직경 : 8mm, 본체 : 4.3cm)를 기본으로 하였으며, 암모니아의 측정에 적합한 것으로 판단되는 여지 및 흡수액의 적용가능성, sampler의 조건에 따른 측정값의 변화 등 sampler의 조건변화에 따른 측정결과와 공간지역을 대상으로 실시한 대기 중 암모니아 측정결과를 정리하였다.

3. 결과 및 고찰

1. 시료채취용 흡수액 및 여지의 선택

외부환경에 장기간 노출되어야 하는 passive sampler의 특성상 흡수액의 증발을 최소화하기 위해 점성이 강한 글리세린 등을 흡수액과 혼합하여 사용하여야 하므로 흡수액과 글리세린의 발색수준에 대한 평가와 함께 여지에 흡수된 목적물질을 추출한 후 비색값을 측정하여야 하는 실험과정을 고려하여 추출작업을 거친 여지의 안정성에 대한 평가결과를 표 1에 정리하였다. 표 1에 의하면 흡수액으로 사용하려는 인산 및 봉산과 glycerin에도 암모니아로 추정되는 물질이 미량 존재함을 확인할 수 있었고, 발색액으로 사용하는 페놀니트로프루시드나트륨 용액과 차아염소산나트륨 용액에 의해서도 일부 색이 감지되는 것으로 나타났으나, 인산과 글리세린 혼합액이 상대적으로 낮은 측정값을 갖는 것으로 조사되었다. 또한 봉산과 인산을 사용하여 암모니아를 채취한 측정결과를 정리한 그림 1에 의하면 시료채취시간이 길어짐에 따라 봉산혼합액보다 인산혼합액의 측정값이 상대적으로 크게 변하는 것으로 나타나 일정농도수준의 암모니아를 채취할 경우 인산혼합액을 흡수액으로 사용할 때 암모니아농도의 변화를 상대적으로 민감하게 측정할 수 있는 개연성을 갖고있는 것으로 판단되는 결과를 얻었다.

Table 1. Character of absorption sol. and filter

Colorimeter value (μA)	Contact with reagent		
	AVG.	S.D.	RSD(%)
None	0.7	0.43	62.4
H ₃ BO ₃ (2%)	1.1	0.20	18.8
H ₃ PO ₄ (2%)	1.0	0.08	7.8
Glycerin (2%)	1.2	0.27	22.5
H ₃ BO ₃ (2%)+glycerin	1.2	0.42	34.1
H ₃ PO ₄ (2%)+glycerin	1.0	0.04	3.8
5A filter	4.3	0.60	14.1
Chromatography filter	0.9	0.18	20.0
Glass fiber filter	3.2	0.86	26.5

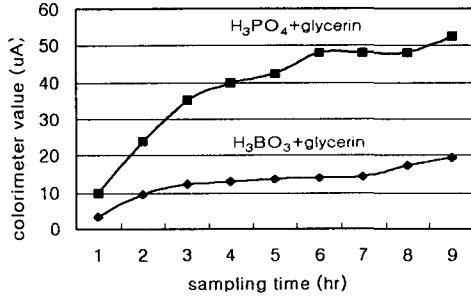


Fig. 2. Character of H₃BO₃ and H₃PO₄ solution

2. Sampler구성조건에 따른 측정값 변화

암모니아 흡수액으로 처리한 여지를 시료채취 및 실험실분석이 진행되기 전까지 보관하여야 하는 sampler 자체의 영향을 평가하기 위하여 암모니아의 흡수에 가장 적절한 것으로 판단되는 인산+glycerin 흡수액과 크로마토용 여지를 이용하여 NO₂ sampler의 구성을 변화시키며 24시간 동안 채취한 암모니아 측정값을 표 2에 정리하였다. 표 2에 의하면 blk.실험에서는 sampler구성별 측정값이 모두 비슷한 수준으로 나타났으나, 24시간 sampling한 경우 Plastic cap을 사용한 측정결과와 표준편차와 RSD가 가장 낮게 평가되어 재현성이 우수한 것으로 조사되었으며, Rubber cap에서는 암모니아를 유발하는 추정물질이 미량 함유되어 있음을 추정할 수 있었다. 그러므로 Rubber cap을 sealing film 또는 plastic으로 대체할 경우 sampler의 보관 및 시료채취 시 측정결과에 미치는 영향은 적어질 것으로 판단되며, sampler의 재현성을 RSD로 평가할 때 sealing film이 plastic cap보다 상대적으로 재현성이 미흡한 것으로 나타났다.

Table 2. The variation of colorimeter value by passive sampler condition

Colorimeter value (μA)	Blank test (μA)			24hr sampling (μA)		
	AVG.	S.D.	RSD(%)	AVG.	S.D.	RSD(%)
Rubber cap + plastic body	1.6	0.41	25.8	23.2	6.16	26.6
Film cap + plastic body	1.5	0.42	28.8	20.2	2.52	12.5
Plastic cap + plastic body	1.3	0.51	40.0	19.5	1.79	9.2

3. 환경대기 중 암모니아 측정실험

이상과 같은 sampler 구성요소에 대한 기초실험을 통해 얻은 자료를 이용하여 그림 3과 같은 passive sampler를 완성하였으며, 실제 대기 중 적용가능성을 평가하기 위하여 식품공장이 위치한 K산업단지에서 24시간동안 채취한 시료의 분석결과를 그림 4에 정리하였다. 그림 4에 의하면 주요 발생원의 위치와 시료채취 기간동안 관측된 바람의 영향을 고려할 경우 발생원을 중심으로 고농도의 암모니아가 측정되는 것으로 나타나, 추후 환산계수 또는 시료채취율의 실험을 통한 정확한 농도산정과 sampler의 대형화가 진행된다면 암모니아의 공간분포를 평가하는데 활용할 수 있을 것으로 판단되는 결과를 얻었다.

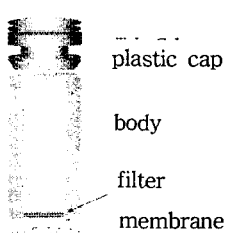


Fig. 4. Sampler component

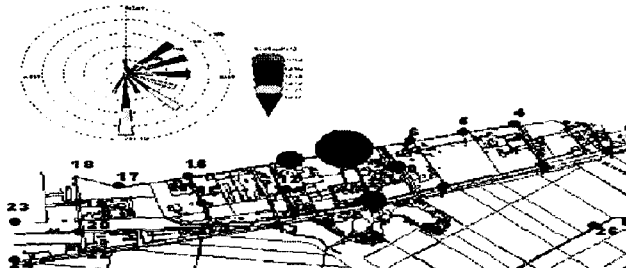


Fig. 5. The spatial distribution of NH₃ at K complex