

## PA7) 기체상 암모니아의 액상 변환 효율에 관한 연구 A study of conversion efficiency from ammonia gas to ammonium ion

이중해, 전륜, 민병훈, 김태호, 김진석, 이진홍  
한국표준과학연구원, \*충남대 환경공학과

### 1. 서론

암모니아는 무색의 기체이지만 자극성이 크면서 부식성이 있고 수용액이 알칼리성인 대표적인 악취물질이다. 보통의 경우는 굴뚝 등에서 배출가스의 형태로 대량 방출되기도 하지만 자연상태에서도 여러 가지 생물학적 또는 화학적 반응 등을 통하여 생성되므로, 일상적인 생활 공간에서도 쉽게 검출될 수 있는 물질이다. 대기 중 암모니아의 농도는 기체상 시료를 직접 분석하는 가스 크로마토그래피와 시료를 액체상으로 변환시킨 후 암모늄 양이온의 농도를 분광광도법이나 중화적정법으로 측정한다. 공해공정법에서 제안하는 분광광도법은 페놀-니트로프루시드 나트륨용액과 차아염소산 나트륨용액과 반응하여 생성되는 인도 페놀류의 흡광도를 측정하는 방법이고, 중화적정법은 알칼리성인 시료 용액을 황산표준용액으로 적정하는 방법이다. 그런데 가스 크로마토그래피는 시료 채취 라인 혹은 분리칼럼에서의 흡착 등에 의한 오차가 유발될 수 있고, 분광광도법은 검출한계가 높아 시료 채취 부피를 크게 하는 등의 오차 발생 요인이 많다. 또한 붕산용액(0.5%)이 채워진 흡수병에 일정한 유속으로 기체상 시료를 통과시킬 때 시료의 채취 조건에 따라 액상 변환 효율이 달라진다.

본 연구에서는 이러한 기존분석법들의 단점을 보완하기 위하여 분석과정이 간편하면서 검출한계가 낮고, 분석시간이 짧은 이온 크로마토그래피를 이용하였다. 또한 암모니아 가스의 액상 변환 효율을 높일 수 있는 방법으로 흡수병의 형태, 흡수액의 부피 및 채취시간 등을 변화시켜가면서 최적의 액상 변환 조건을 연구하였다.

### 2. 연구 방법

#### 2.1 시약 및 기기

본 연구에서 사용된 모든 시약은 신뢰도가 큰 고순도 시약(Aldrich사)을 사용하였고, 이온의 농도를 측정하는데 사용된 표준용액(100 mg/L)은 한국표준과학연구원에서 보급하는 인증표준용액을 사용하였다. 암모니아 가스는 한국표준과학연구원에서 무계법으로 제조한 후 불확도가 정확히 확인된 인증표준 가스로서 각각의 농도가  $996.54 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{NH}_3/\text{mol}$ ,  $99.88 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{NH}_3/\text{mol}$  및  $19.84 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{NH}_3/\text{mol}$ 인 가스를 사용하였다. 이온 크로마토그래프 시스템은 Dionex사의 DX 500이며, 용리액은 온라인으로 제조될 수 있도록 EG40에 EGC-MSA(Menthanesulfonic cartridge)를 장착하였고, 분리관은 Dionex사의 CG12 및 CS12를 사용하였다. 또한 크로마토그램의 수집 및 처리는 Dionex사의 Peaknet software를 사용하였다.

#### 2.2 실험방법

암모니아 가스의 채취를 위하여 0.5% 붕산용액(Boric Acid,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ )이 채워진 흡수병을 사용하였는데 이때 가스상 시료의 손실을 방지하기 위하여 흡수병을 직렬로 2개 연결하여 시료를 채취하였다. 흡수병은 임핀저 형태인데 흡수 효율을 향상시키기 위하여 버블링이 쉽게 일어날 수 있도록 관의 아래 부분을 유리 필터로 제작하였다. 또한 정확하고 일정한 유속으로 시료를 흘려주기 위하여 MFC(Mass Flow Controller; LOKAS, GMATE2000)를 사용하였으며, 흡수병 후단에는 적산유량계를 설치하여 채취된 시료의 유량을 확인하였다. 최적의 채취 효율을 조사하기 위하여 임핀저 형태, 흡수용액의 부피, 채취 시간 및 가스의 농도 등을 변화시키면서 채취된 시료 중의 암모늄 양이온 농도를 이온 크로마토그래피로 측정하여 흡수 효율을 계산하였다.

### 3. 결과 및 고찰

먼저 기존의 암모니아 분석법과 이온 크로마토그래피의 측정결과에 대한 호환성을 확인하였다. 이를 위해서 동일 시료에 대하여 이온 크로마토그래피와 중화적정법으로 측정된 결과에 대하여 상관관계 ( $R^2$  값)를 조사한 결과 0.9996으로 두 측정 방법 사이의 상관성이 매우 높았다. 한편 입편저 형태에 따른 채취 효율을 살펴본 결과 실린더형의 입편저 보다는 가운데 부분이 둥근 형태의 입편저가 채취 효율이 우수하였고, 둥근 형태의 입편저에서도 입편저 아랫부분의 길이가 좀 더 길수록 채취 효율이 좋아짐을 알 수 있었다. 흡수액 부피를 변화시키면서 채취 효율 변화는 그림 1에서 보였는데 현행 대기오염공정 시험법에서 제시되는 20 mL의 흡수액 부피보다 100 mL 이상의 경우 가장 높은 효율을 얻을 수 있었다. 또한 시료의 채취 시간이 채취 효율에 미치는 영향을 조사한 결과인 그림 2를 보면 모든 조건이 동일한 경우 흡수시간 8분에서 약 90%의 높은 채취효율을 보이고 있으며 그 이상에서는 큰 차이가 없음을 알 수 있었다.

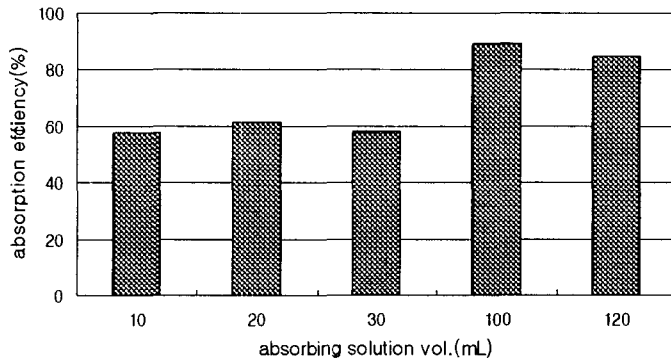


Fig. 1 The change of absorption efficiency for absorbing solution volume  
(Gas concentration :  $996.54 \times 10^{-6}$  mol · NH<sub>3</sub>/mol)

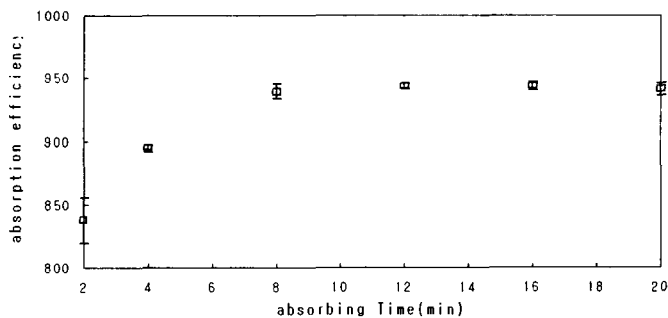


Fig 2. Absorption efficiency for absorbing time  
(Gas concentration :  $996.54 \times 10^{-6}$  mol · NH<sub>3</sub>/mol)

### 참고문헌

- 日本環境測定分析協會(1984), “環境測定分析法註解”
- 日本工業標準祖師會(1983), “JIS K 0099 - 배출가스 중 암모니아 분석법”
- 日本藥學會(1990), “衛生試驗法註解 空氣法”