

구현빈*, 신용승, 정형근

연세대학교 환경학과

1. 서론

인은 생활하수나 축산 폐수 등의 배출로 인해 하천에 노출 될 수 있는 오염 물질이며, 조류 생성에 제한 인자로 작용한다. 최근 오염 발생원의 증가로 인해 부영양화와 관련된 오염 현상을 연구하기 위해서는 저농도의 인을 정확하고 정밀하게 측정하는 것은 매우 중요하다.

현재 널리 사용되고 있는 인산 이온 측정 방법은 인산 이온을 molybdate와 반응시켜 molybdophosphoric acid를 형성한 후 이것을 ascorbic acid 또는 SnCl_2 로 환원시켜 생성된 heteropoly molybdenum blue를 흡수 분광 광도법으로 측정하는 방법이다 이러한 방법은 대개 10ppb 이상의 검출 한계를 나타낸다.

본 연구는 crystal violet과 Rhodamine B를 이용하여 molybdophosphoric acid와 ion-pair를 형성하는데 근거하고 있다. 이 방법은 몰흡광계수가 큰 염료를 이용하여 검출 한계를 낮출 수 있다는 장점이 있으므로 비교적 낮은 농도를 나타내는 시료에 적용 가능하다.

2. 재료 및 실험 방법

2.1 Crystal violet 측정법

바탕액(순수), 표준 시료 및 시료는 반응 시험관에 7 mL를 취하였으며, molybdate 시약 1 mL, 황산(13 N) 0.5 mL를 첨가하고 증류수 0.5mL를 가한후 완전히 혼합한 다음, 발색 시약인 crystal violet 1 mL를 첨가하여 반응을 완료하고 흡광도를 측정하였다. 최종 혼합액은 반응이 완료된 후 580 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. 각 시약의 농도 효과에 대해 연구하고 최적 농도를 결정한다.

2.2 Rhodamine B 측정법

바탕액(순수), 표준 시료 및 시료는 반응 시험관에 6 mL를 취하였으며, molybdate 시약 1 mL, 황산 1 mL, Rhodamine B 1 mL를 가한후 완전히 혼합한 다음, NaOCl 1 mL를 첨가하여 반응을 완료하고 558nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시약의 농도 효과에 대해 연구하고 최적 농도를 결정한다.

위 두 가지 방법에 대해 각각 표준 시료에 대해 얻은 흡광도 데이터는 최소 제곱법을 이용하여 직선식을 얻었으며 이를 이용하여 시료의 농도를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 Crystal violet 측정법

Crystal violet 측정법에 의해 작성된 검정 곡선 식은 다음과 같다.

$\text{absorbance} = 0.0034[\text{P}] + 0.0094$, $R^2 = 0.9986$, 검출 한계는 1.1 ppb로 나타났다. 이 결과는 ascorbic acid 환원법과 비교하여 약 3.8배의 감도 향상을 가져왔다.

3.2 Rhodamine B 측정법

Rhodamine B 측정법에 의해 작성된 검정 곡선 식은 다음과 같다.

$\text{absorbance} = 0.003[\text{P}] + 0.0134$, $R^2 = 0.9978$, 검출 한계는 0.6 ppb로 나타났다. 이 결과는 ascorbic acid 환원법과 비교하여 약 3.3배의 감도 향상을 가져왔다.

위 두 가지 방법은 실제 시료(하천수 및 지하수 등)에 포함되어 있을 가능성이 많은 양이온과 음이온의 방해효과를 연구하였고, 그 결과 대부분의 이온들에 대해 방해효과를 나타내지 않았다. 위의 두 방법을 이용하여 실제 시료를 분석한 결과 표준 분석 방법인 Ascorbic acid 측정법의 결과와 같아 본 연구에서 제시하는 방법이 표준 분석 방법을 대체할 수 있음을 보였다.

4. 요약

Ascorbic acid 측정법은 현재 널리 사용되고 있다. 그러나 검정 감도가 나쁘고, 검출 한계 값이 높기 때문에 저농도(특히 10 ppb이하)의 실제 시료의 측정에는 뚜렷한 한계가 있음을 입증하였다.

본 연구에서 제안한 Crystal violet 측정법과 Rhodamine B 측정법은 ascorbic acid 측정법과 비교할 때, ion-pair의 형성에 기인한다는 점이 다르다. 그러나 측정 방법은 유사한 난이도를 나타내고, 높은 몰흡광계수를 가지는 발색 시약을 사용하여 측정 한계를 낮출 수 있었다.

이는 비교적 깨끗한 상태를 지닌 하천수 및 지하수의 인산 이온 측정에 신뢰를 부여할 수 있다는 현저한 장점을 지니고 있다.

참 고 문 헌

Manahan SE, 1994, Environment chemistry, 6th Ed, Lewis pub, 246

American public health association 1995, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 19th Ed, 4-113.

Williams WJ 1979, Handbook of Anion Determination, Butterworths, London, 422.