

3F4) 광로 길이의 세부적인 결정에 의한 일차 오존 표준분광기 (O₃-SRP)의 측정 불확도 평가

Evaluation of Uncertainty in the Primary O₃-SRP by the Precise Determination of Light Path Length

우진춘 · 배현길 · 김용두 · 김영진 · 문광웅 · 조성일¹⁾
 한국표준과학연구원 유기분석그룹, ¹⁾화학연구원

1. 서 론

오존은 매우 불안정한 물질로서, 기타의 환경 대기 가스 분석법에서와 같이 해당 성분의 측정기를 표준 가스로 교정한 후 분석할 수 없다. 이러한 이유로, 환경 대기 중의 오존을 분석하는 일반 분석기의 교정을 목적으로, 본 연구실에서는, 국가 일차 오존 표준분광기(O₃-SRP)를 제작하여 운영하고 있다. 운영되고 있는 O₃-SRP의 측정 원리는 자외선 흡광 광도법이며, 농도값의 결정은 순수하게 Beer-Lambert 법칙에 따른다. Beer-Lambert 법칙에 따라서 오존 농도를 절대적으로 측정하기 위해서는 물 흡광계수, 광로의 길이, 투과도, 온도 및 압력을 정확히 측정하여야 한다.

본 발표에서는, O₃-SRP의 측정 정확성에 큰 영향을 미치는 광로를 자세히 파악하여 흡수셀의 길이 결정에 따른 측정 불확도를 검토하였고, 검토된 결과를 근거로 측정의 정확성을 높일 수 있는 O₃-SRP의 분광기 구조를 설계하였다.

2. 연구 방법

O₃-SRP의 광원으로부터 렌즈를 통과한 빛은 실질적으로 평행한 광선이 아니기 때문에 그림 1과 같이 흡수셀의 평행한 길이보다 긴 거리를 진행할 수 있고, 심한 경우, 흡수셀의 유리벽에 반사되어 더욱 길게 진행하게 된다. 또한, 일부의 빛은 흡수셀의 입구창과 출구창, 필터 그리고 광전관 입구창의 표면에 서도 반사하기 때문에 그림과 같이 흡수셀을 여러 번 통과할 수 있다.

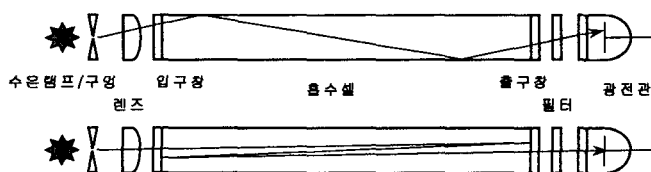


그림 1. 광로와 흡수셀의 길이 차이가 발생하는 요인

이 두 가능성에 대한 오존 농도 측정의 불확실성을 광학적으로 면밀히 검토하여, 현재의 O₃-SRP 구조에서의 측정 불확도를 계산하였다. 또한, 이 불확실성을 제거할 수 있는 새로운 O₃-SRP의 광학 구조를 그림 2와 같이 설계하였으며, 이 구조에 대한 오존 측정 결과의 불확도를 이론적으로 계산하였다.

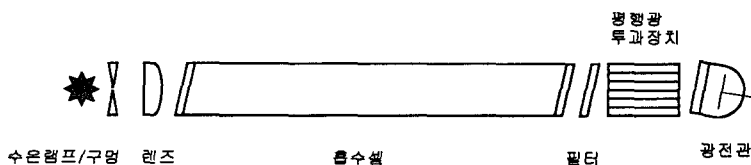


그림 2. 새로 설계된 O₃-SRP의 광학 구조의 개략도

3. 결과 및 고찰

그림 1의 윗 그림과 같이, 흡수셀을 사선으로 진행하는 빛을 제거하기 위하여 $\Phi 3 \times 50\text{mm}$ 의 구멍이 7개 설치된 평행광 투과장치를 설치하였다. 그러나 실제적으로 $\Phi 3 \times 50\text{mm}$ 의 구멍을 사선으로 통과하는 빛도 일부 존재하기 때문에, 광로의 길이를 흡수셀의 길이인 90.18 cm로 정할 때, 표준불확도를 0.26 cm로 계산하였다. 또한, 그림 1의 아래 그림과 같이, 각각의 광학 부품(흡수셀의 입구창과 출구창, 필터 그리고 광전관 입구창)의 표면에서 일부의 빛이 반사하여 흡수셀을 여러 번 통과하지 못하도록 그림 2와 같이, 광학 부품을 모두 3. 기울여 설치하고 반사된 빛을 평행광 투과장치의 $\Phi 3 \times 50\text{mm}$ 구멍에서 제거되도록 하였다.

이와 같이 설계된 O_3 -SRP 구조에서의 이론적인 측정 불확도를 계산하였고, 96.41 nmol/mol 수준의 측정에서 1.38 nmol/mol의 상대 확장불확도(95 % 신뢰 수준)임을 확인하였다.

참 고 문 헌

- 정규백, 우진춘, 이진홍, *한국대기 환경 학회*, 17(4), 313(2001).
측정불확도 표현 지침, "KRIS-99-070-SP, 한국표준과학연구원, 1999.