

2F1) 실내/외 스모그 챔버에서 방향족계 탄화수소의 광화학 반응 비교 연구

Photochemical Reactions of Aromatic Hydrocarbons in Indoor and Outdoor Smog Chambers

안홍순·등 중 인
서울시립대학교 환경공학부

1. 서 론

최근 들어, 대도시 지역에서 오존(O₃)농도가 환경기준을 초과하는 빈도가 증가함에 따라 대기 중 광화학 대기오염현상과 그에 따른 오존등 2차 광화학 오염물질에 대해 많은 관심이 집중되고 있다. 이러한 복잡한 대기중의 반응을 이해하고 해석하기 위하여 Smog Chamber를 이용한 대기중 광화학 반응 연구가 진행 중에 있으며, 국내에서도 연구가 이루어지고 있다. Smog Chamber를 통해 대기 중의 광화학 반응의 세부적인 이해와 수학적 모델에 필요한 화학반응들의 변수를 제공하는 등 포괄적이고 종합적인 연구를 수행할 수 있다.

현재까지 국내에서는 모사광원을 이용한 스모그 챔버 실험을 하였으나, 실제광원과 모사광원의 차이에 따른 실질적인 비교연구가 없는 상태에서 이루어져왔다.

이에 본 연구에서는 실제대기의 농도수준에서 실제광원을 이용한 스모그 챔버 실험을 통하여 광화학 스모그 생성의 메커니즘을 규명하고, 모사광원에 대한 실질적인 비교실험을 하였다. 또한 대기중에 존재하는 방향족계 탄화수소중 많은 비율을 차지하고 있는 Toluene이 광화학 스모그 생성에 미치는 영향을 알아보았다.

2. 연구 방법

실내 스모그 챔버 실험은 40W Black Light 10개를 사용하여 모의 태양광을 조사하였고, FEP(Tetrafluoroethylenehexafluoro-propylene) Teflon Bag 150ℓ 두개를 사용하여 수행하였으며, 외부의 빛을 차단하기 위하여 알루미늄 외벽을 설치하였고, 챔버내의 온도 경사를 줄이기 위해 Fan을 사용하여 챔버내의 공기를 순환시켰다. 또한 실외 스모그 챔버 실험은 실내 스모그 챔버 실험과 같은 Teflon Bag 150ℓ 두개를 사용하였고, 이를 지탱하기 위한 틀을 제작하여 실험하였다.

광원에 따른 광도를 Spectroradiometer를 사용하여 측정하였고, 광화학 스모그의 전구물질 및 생성물질로 NO_x, O₃, Toluene, Aldehyde, PAN 등의 물질을 측정하였다.

본 연구에서는 방향족계 탄화수소의 영향을 알아보기 위하여, 공기 주입시 Bag의 Inlet 부분에 먼지 및 수분제거를 위한 필터를 장착하여 다른 변수에 따른 오차를 최소화 하였다. 먼지 제거를 위해 934-AH™ (47mm Ø, pore size 1.5µm) Glass Microfibre Filter를 사용하였고, 수분제거를 위해서는 실리카겔을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

실내/외 스모그 챔버에서 방향족 탄화수소계 중의 Toluene에 따른 실험 결과 및 Simulation 결과를 다음 그림 1~4에 나타내었다. Toluene의 농도가 증가함에 따라 NO가 NO₂로 빨리 산화되고, 이에 따라 2차오염물질인 오존(O₃), Aldehyde, PAN 등의 농도가 증가함을 다음 그림을 통해서 알 수 있다. 또한 그림 5의 오존의 농도변화를 통해, 실외 스모그 챔버의 경우 오존이 실내 스모그 챔버보다 빨리 생성됨을 알 수 있다. 이는 Toluene의 감소가 실외 스모그 챔버일수록 더 많이 감소되는 것으로 설명될 수 있다(그림6). Simulation을 통해 평가된 값과 실측값이 좋은 일치를 보였으나, 오존(O₃)의 경우 계산값보다 적게 평가되었는데, 이는 생성된 NO₂가 다른 물질과 결합하여 오존생성이 제한된 것으로 추측된다.

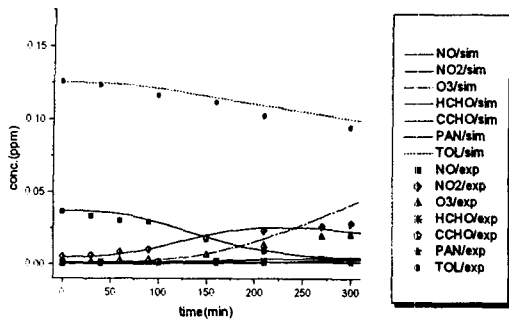


Fig. 1. Indoor Chamber Results at 0.125ppm Toluene

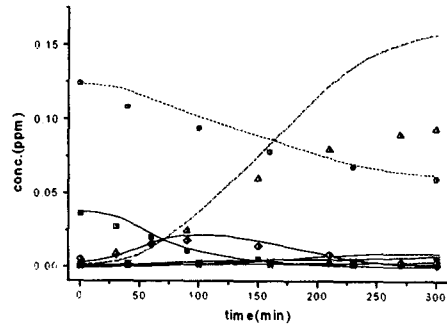


Fig. 2. Outdoor Chamber Results at 0.124ppm Toluene

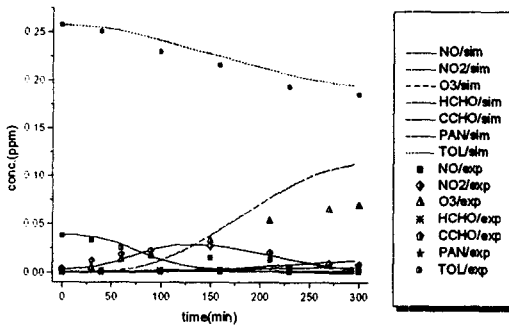


Fig. 3. Indoor Chamber Results at 0.257ppm Toluene

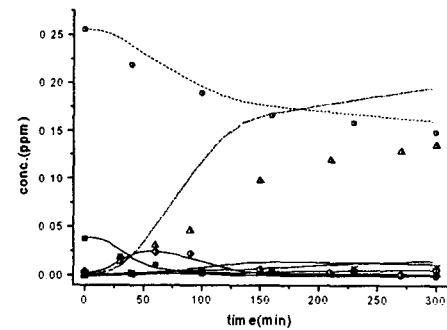


Fig. 4. Outdoor Chamber Results at 0.256ppm Toluene

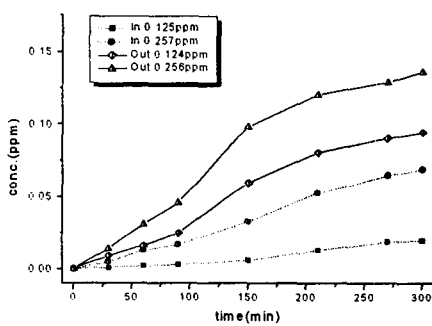


Fig. 5. Experimental Results - O₃ Generation Trend

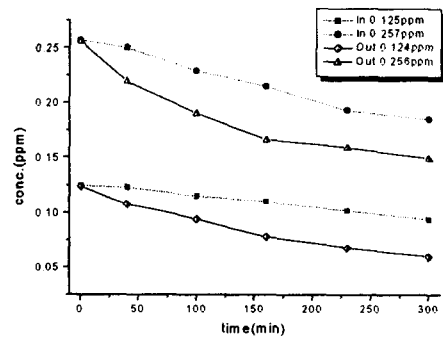


Fig. 6. Experimental Results - Toluene Level Change

참고 문헌

- Jeffries, H.E., (1995) Photochemical Air Pollution, Chapter 5, University of North Carolina, Chapel Hill, North Carolina
 Carter, W.P.L., (1993) Environmental Chamber Studies of Maximum Incremental Reactivities of Volatile Organic Compounds, SAPRC, University of California Riverside