

PA21) C₂-C₃ 오존전구물질 VOC 분석방법의 비교 Comparison of Analytical Methods in C₂-C₃ Ozone precursor VOC Compounds

정필갑 · 허귀석 · 황승만 · 이진홍¹⁾

한국표준과학연구원 유기분석그룹, ¹⁾충남대학교 환경공학과

1. 서 론

본 연구에서는 대기 중의 오존농도 증가에 크게 기여하는 오존전구물질인 탄화수소계 휘발성유기화합물 중 가장 휘발성이 큰 C₂-C₃계열의 오존전구물질을 분석하기 위하여 흡착농축 분석법을 이용한 효율적인 분석법을 확립하고자 하였다. C₂계열의 탄화수소류의 경우 휘발성이 매우 커서 일반적으로 -30 ℃의 저온에서 강한 흡착제를 이용하여 재농축하는 과정을 거쳐서 분석하는 방법을 사용하고 있다. 그러나, 공기 중 상대습도가 높을 경우 수분에 의한 흡착제의 응결현상으로 인해 농축트랩이 막히는 등의 여러 가지 문제점을 유발할 수 있으므로 철저히 수분을 제거하여야 하는 것으로 알려져 있다. 수분제거를 위해 기존에 상용적으로 시판되고 있는 Nafion dryer를 이용할 경우 극성 VOC가 함께 제거된다는 문제점도 야기되는 것으로 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 흡착제의 조성을 달리하면서 다양한 농축온도조건에 따른 C₂-C₃계열의 오존전구물질에 대한 정량결과를 비교·검토하였으며, 특히 상온에서 C₂계열의 탄화수소류를 분석할 수 있는 방법을 개발하여 기존의 분석방법과 비교·평가하고자 하였다.

2. 연구 방법

본 연구에 사용된 기기로는 자동열탈착장치(Perkin-Elmer 사의 ATD 400)가 장착된 HP 6890 GC/FID를 사용하였다. 분석칼럼은 J&W사의 Gaspro로 길이가 30 m, 내경이 0.32 mm인 것을 사용하였으며, GC오븐 온도는 50 ℃에서 2분간 유지한 후 분당 10 ℃씩 100 ℃ (5 min)까지 승온하고, 그 후에는 분당 7 ℃씩 250 ℃ (15 min)까지 상승시켰다.

자동열탈착장치는 기존의 off-line에서 On-line sampler를 장착하여 분석에 이용하였고, 저온농축트랩은 Carbotrap (20 mg) + Carbosieve-SIII (50 mg), Carbotrap (40 mg) + Carbosieve-SIII (100 mg), Carbo-pack B (20 mg) + Carboxen-1000 (50 mg)로 흡착제 조성 및 충전량을 각각 다르게 하였으며, 농축트랩의 온도 역시 각기 -30 ℃, 0 ℃, 20 ℃, 30 ℃로 조절하면서 분석대상물질에 대한 정량결과를 비교실험하였다.

본 연구에서 사용한 표준시료는 한국표준과학연구원에서 증량법으로 제조한 ppm 농도수준의 C₂-C₃계열의 오존전구물질을 희석장치를 사용하여 Silco canister (Restek Co.)에 ppb 농도수준으로 희석하여 만든 후 실험에 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

서로 다른 흡착제가 충전된 cold trap을 이용하여 다양한 온도조건에서 On-line sampler system이 장착된 ATD 400으로 O₃ standard mixture을 주입하여 C₂-C₃계열의 오존전구물질의 흡·탈착효율을 측정 한 결과 재현성이 Carbotrap (20 mg) + Carbosieve-SIII (50 mg)은 0.4 - 3.6 %, Carbotrap (40 mg) + Carbosieve-SIII (100 mg)은 1.1 - 8.9 %, Carbo-pack B (20 mg) + Carboxen-1000 (50 mg)은 0.6 - 4.3 %로 각각 나타났다. n-butane을 기준으로 한 대상성분의 Area ratio는 Ethylene과 Acetylene의 경우 cold trap의 온도가 상승함에 따라 Ratio가 전반적으로 현저하게 감소함을 보였다.

각 온도조건에 따른 흡착제의 충전량에 대한 C₂-C₃계열 오존전구물질의 흡·탈착효율은 Carbotrap (20 mg) + Carbosieve-SIII (50 mg) 및 Carbo-pack B (20 mg) + Carboxen-1000 (50 mg)이 충전된 Cold trap보다도 전반적으로 Carbotrap (40 mg) + Carbosieve-SIII (100 mg)이 충전된 Cold trap에서 높은

수준으로 나타났다. 특히 acetylene의 경우 흡·탈착효율은 -30 °C보다 0 °C, 20 °C, 30 °C로 온도가 상승할수록 증진량 (Carbotrap (40 mg) + Carbosieve-SIII (100 mg))이 많은 Cold trap에서 높게 나타났다. 이러한 전반적인 결과에 대한 내용은 그림 1에 시각적으로 표현하여 나타내었다.

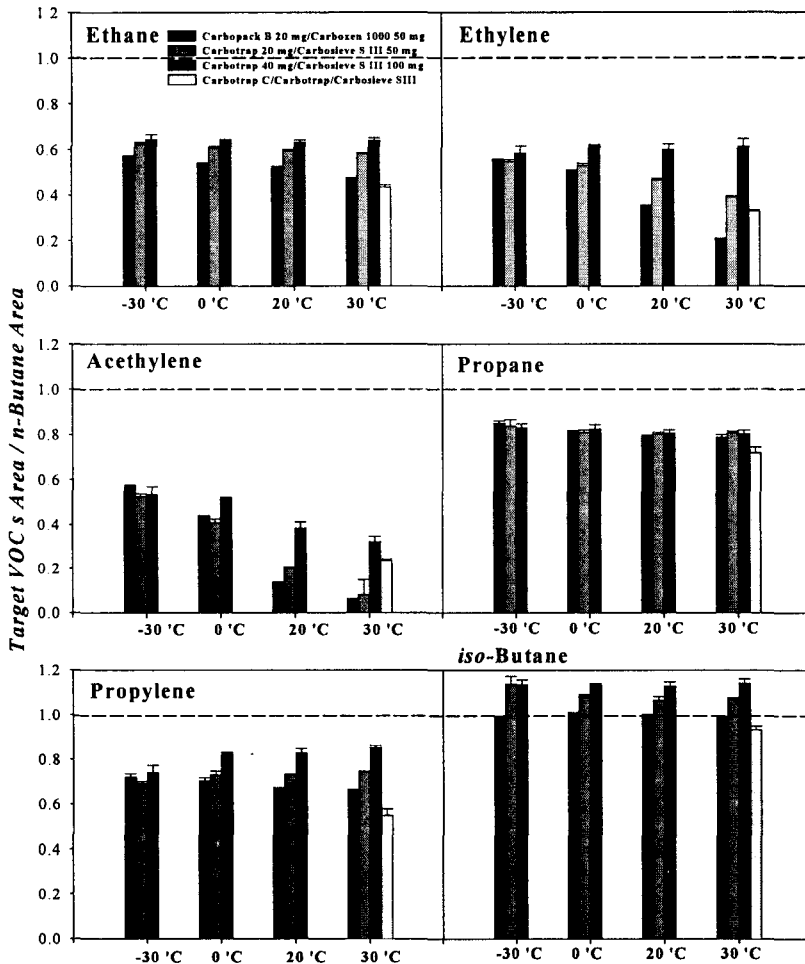


Fig. 1. Comparison of desorption efficiency for the collection of C₂ and C₃ hydrocarbons on a cold trap packed with double sorbent materials..

참 고 문 헌

- Jia-Lin Wang (2000) Cryogen free automated gas chromatography for the measurement of ambient volatile organic compounds, journal of Chromatography A, 896, 31-39
- You-Zhi Tang and Quang Tran (1993) Determination of C₁-C₄ Hydrocarbons in Air, Analytical Chemistry, 65, 1932-1935