PA15) 서울시 대기 중 포름알데히드 농도 특성

Characteristics of Formaldehyde Concentration in Ambient Air, Seoul

이준복 · 김흥주 · 이순희 · 김영호 · 이상열 · 정 권 · 김주형 · 김신도[1)]
서울특별시 보건환경연구원 대기환경팀, [1)]서울시립대학교 환경공학과

1. 서 론

포름알데히드(formaldehyde), 아세트알데히드(acetaldehyde), 아세톤(acetone)은 도시 대기에 주로 존재하는 카르보닐 화합물이다(Christensen et al., 2000). 화석 연료의 불완전 연소에서 직접적으로 배출되기도 하고, 휘발성유기화합물(VOCs: Volatile organic compounds)의 대기 중 광산화반응을 통해 간접적으로 생성되기도 한다(Massimiliano et al., 2002). 특히 포름알데히드는 발암 가능성이 있으며, 눈과 호흡기 계통을 자극하기 때문에 대기 중 포름알데히드의 농도 특성을 파악하는 것은 매우 중요하다.

대기 중 포름알데히드에 관한 국외 연구는 다수 있었다. 그러나 국내의 연구 사례는 주로 실내공기 중 포름알데히드에 관한 연구가 대부분으로 본 논문처럼 대기 중의 사례 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 논문은 서울시의 대기 중 포름알데히드 농도 특성을 파악함으로써 광화학산화물의 관리를 위한 정책 개발에 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. 연구 방법

측정지점은 서울시의 광진 측정소(광진구 구의 아리수센터)와 용인 풍하 측정소(한국 외국어대학교 용인캠퍼스)이다. 측정기간은 2009년 8월 1일 01시부터 8월 21일 07시까지이다. 측정기기는 AL 4021 (AeroLaser, Germany)로써 1분 단위로 실시간 측정이 이루어지기 때문에 이를 한 시간 평균으로 한 후 측정자료로 활용하였다.

기기의 QA test 결과 광진 측정소와 용인 풍하 측정소가 5점 교정 시 각각 $R^2 > 0.9998$, $R^2 > 0.9990$, 정밀도(RSD, %)는 1.15%, 5.16%, 정확도(% Bias)는 5.8%, 10.0%이었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 포름알데히드 농도 현황

표 1은 광진 측정소 및 용인 풍하 측정소와 기존 연구들의 포름알데히드 농도를 나타내었다. 광진 측정소는 7.25±2.87ppbv, 용인 풍하 측정소는 4.50±1.98ppbv로 광진 측정소가 용인 풍하 측정소보다 더 높은 값을 보였다. 이는 광산화 반응의 전구물질인 휘발성유기화합물(VOCs)의 농도가 광진 측정소에서 더 높기 때문에 이들 물질이 광산화 되어 더 높은 값을 보인 것으로 판단된다. 한편, 두 지점의 측정값들은 Christensen et al.(2000)의 1.2ppbv(준전원지역)보다 높고, Massimiliano et al.(2002)의 18±6ppbv(도심지역), Ho et al.(2006)의 8.3~16.7ppbv(도로변지역)보다 낮은 값을 보였다.

Table 1. Formaldehyde concentrations in this study and reported studies.

Location	Sampling time	HCHO(ppbv)	Reference	Ambient
Gwang-Jin	Aug., 2009	7.25±2.87(2.88-14.87)(n=475)	This study	
Yong-In	Aug., 2009	4.50±1.98(1.01-11.30)(n=456)	This study	
Lille Valby (Denmark)	Jul., 1995	1.2	Christensen et al., 2000	Semi-rural
Rome(Italy)	Jun.-Jul., 1994-1996	18±6(7-28)(n=113)	Massimiliano et al., 2002	Urban
Hong Kong	Summer, 2001	8.8, 9.1, 16.7, 8.3(4 sites)	K.F.Ho et al., 2006	Roadside

3.2 포름알데히드의 시간별 변동 추이

두 측정지점의 포름알데히드와 오존의 시간별 변동추이를 그림 1에 나타내었는데, 각 지점의 측정값들은 유사한 경향을 나타내었다. 또한 일중 시간대별 변동 추이도 포름알데히드와 오존의 전구물질인 휘발성유기화합물(VOCs)이 자외선에 의한 광산화가 활발히 이루어지는 낮 시간대에 높은 수치를 보였다.

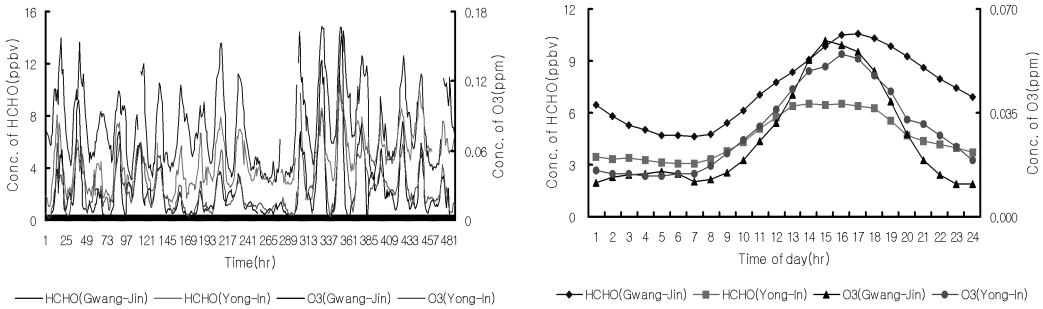

Fig. 1. Variation trend of concentrations of formaldehyde and ozone by time.

3.3 오존(O_3), 일산화탄소(CO)와의 상관관계

포름알데히드와 오존 및 일산화탄소와의 상관관계는 광화학산화물 생성기작을 판단하는데 매우 중요하기 때문에 표 2에 나타내었다. 오존은 포름알데히드 등 카르보닐화합물의 광화학산화물 생성에 중요한 지표로써의 역할을 하며, 일산화탄소는 주로 자동차와 화석 연료의 연소과정에서 배출되기 때문에 인위적 요인의 판단 근거가 될 수 있다(Xiaobing and Yujing, 2006). 본 연구에서는 광진 측정소, 용인 풍하 측정소의 포름알데히드가 각각 오존과는 r=0.640($p<0.05$), 0.748($p<0.05$), 일산화탄소와는 r=0.340($p<0.05$), 0.096($p<0.05$)를 나타내었다. 이는 두 지점의 포름알데히드가 주로 자동차에 의한 인위적 요인보다는 광산화 반응에 의해 생성되었으며, 특히 일산화탄소와의 상관관계를 통하여 광진 측정소가 용인 풍하 측정소보다 더 뚜렷하게 인위적 영향이 적은 것으로 판단된다. 한편, Xiaobing and Yujing(2006)은 여름철 포름알데히드와 오존, 일산화탄소의 상관관계는 각각 0.84, 0.21이라고 하였다.

Table 2. Correlation of formaldehyde, ozone and CO.

Variables	O_3		CO	
	Gwang-Jin	Yong-In	Gwang-Jin	Yong-In
HCHO(Gwang-Jin)	0.640*	-	0.340*	-
HCHO(Yong-In)	-	0.748*	-	0.096*

* : $p<0.05$

참 고 문 헌

Christensen, C.S., H. Skov, T. Nielsen, and C. Lohse (2000) Temporal variation of carbonyl compound concentrations at a semi-rural site in Denmark, Atmospheric Environment, 34, 287-296.

Ho, K.F., S.C. Lee, and W.Y. Tsai (2006) Carbonyl compounds in the roadside environment of Hong Kong, Journal of Hazardous Materials A133, 24-29.

Massimiliano Possanzini, Vincenzo Di Palo, and Angelo Cecinato (2002) Sources and photo-decomposition of formaldehyde and acetaldehyde in Rome ambient air, Atmospheric Environment, 36, 3195-3201.

Xiaobing Pang and Yujing Mu (2006) Seasonal and diurnal variations of carbonyl compounds in Beijing ambient air, Atmospheric Environment, 40, 6313-6320.