

대기-4 부산지역의 오존오염

김유근, 이화운, 오인보*

부산대학교 대기과학과

1. 서론

최근 국내의 오존오염은 주요 대도시를 중심으로 가장 중요한 대기환경문제로 부각되고 있으며, 특히 대도시가 많이 위치하고 있는 연안지역의 경우 상당한 오존농도수치를 보이고 있다. 그 주요원인으로 연안지역이 가지는 특징적 대기환경인 해륙풍 국지순환을 들 수 있는데, 이는 국지적 오존오염에 매우 중요한 역할을 하게 된다. 해륙풍이 전환되는 이른 아침에 대기정체 현상을 유발시켜 오후의 오존생성과 축적에 기여하기도 하며(Liu et al, 1990), 육지와 비교해 상대적으로 높은 해양대기의 배경오존을 해풍의 유입과 함께 육지로 수송시켜 연안역의 오존농도를 상승시키기도 한다(Entwistle et al, 1997; Ghim, 2000). 또한 연안역에서의 해풍전선을 형성 및 이동시켜 지면의 오존 고농도를 발생시키기도 하는데(Ueda et al. 1998), 부산지역을 대상으로 한 기존 연구에서는 해풍발생일의 63%가 고농도오존 발생일($\geq 60\text{ppb}$)을 나타내어 해풍의 유입이 오존의 농도증가와 깊은 관련이 있음을 제시한 바 있다(김유근 등, 1996). 따라서 연안지역의 국지순환은 도시내의 오존오염을 결정하는 중요한 대기환경 인자이며 고농도 오존생성의 발생 메커니즘을 규명하는데 열쇠라고 볼 수 있다.

연안도시이자 항구도시인 부산지역의 경우는 오존오염은 최근에 들어 심각한 수준에 이르고 있다. 이는 인구와 교통량 급증으로 인한 전구물질 배출량의 증가와 더불어 연안 복잡지형인 부산의 국지적 특성에 따른 결과라고 볼 수 있다. 특히 남쪽 연안을 따라 형성된 주요 도로와 서쪽에 위치한 공단 등에서 방출되는 다량의 오존전구물질은 국지적 고농도 오존발생에 기여하게 된다. 또한 부산항의 선박으로부터 배출되는 상당량의 NO_x 배출량(전체 NO_x 배출량의 11.4%, 이화운 등, 1999) 역시 부산의 오존오염에 주된 원인이라 볼 수 있다. 즉 부산은 이러한 연안역 주위의 오존전구물질 배출환경과 연안지역 국지기상 특성에 의해 오존오염의 특성이 결정된다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 부산지역의 국지오존오염 실태를 보다 명확히 파악하기 위해 오존의 생성·소멸에 영향을 미치는 도시대기환경의 역할을 분석하고자 하였다.

2. 부산의 지형과 기후

부산은 한반도의 남동단에 위치해 있으며 약 380만의 인구와 총 759.86km^2 의 면적을 가지고 있는 제 1의 항구도시다(부산시, 2000). Fig. 1.에서 나타나듯이 소반도와 섬 그리고 만입이 발달하는 리아스식 해안이 존재하며, 배후에는 고도 500m 내외의 구릉성 산지가 독립적으로 분포하고 여기서 뻗어나온 산각은 완만한 경사로서 해안에 몰입하고 있는 지형적 특성이 뚜렷한 연안도시이다. 부산은 해양성 온대기후 특성을 보이는 도시로, 년 평균 최고·저기온이 32.2°C , -7.3°C , 평균풍속은 3.6m/s 그리고 강수량은 약 $2,300\text{mm}$ 의

기후특성을 가지고 있다(부산지방 기상청, 1999), 특히 Fig. 2 에 나타난 과거 70년 동안의 연평균기온의 증가경향에서 알 수 있듯이 부산지역에 도시화가 지속적으로 이루어졌음을 알 수 있다(김유근, 1999). 또한 부산지역에는 서쪽 외각에 사상공단과 신평공단, 남쪽 해안역에는 주요 도심지와 부산항이 위치하고 있어 대기오염물질의 배출원이 남서쪽에 연안역에 집중되어 있음을 볼 수 있다.

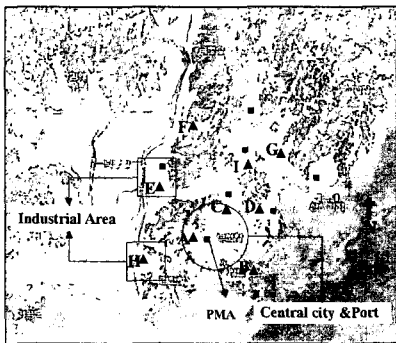


Fig. 1 Topographical features and location of stations in Pusan. ▲: Air-quality monitoring stations operated by the Environmental Protection Administration(A: Kawangbok, B: Dongsam C: Beomcheon D : Deayeon , E: Gamjeon, F: Duk-chen, G: Jaesong, H: Synpyeong I: Yeonsan) ■: Surface meteorological stations operated by Pusan Regional Meteorological Administration(PMA)

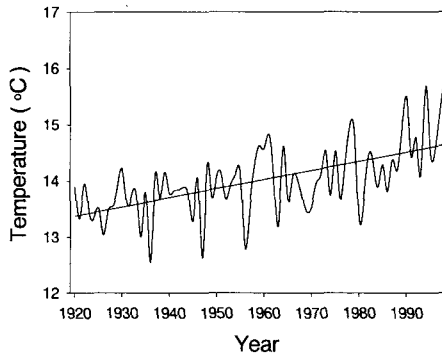


Fig. 2. Trends of annual mean temperature (1920-1998)

3. 자료

본 연구에서는 Fig. 1에 나타나 있는 부산지역의 환경부 산하 9개 대기질 측정망(주거지역: 대연동, 덕천동, 연산동, 재송동, 상업지역: 광복동, 범천동, 공업지역: 신평동, 감천동, 녹지지역: 동삼동)에서 측정된 시간별 대기질 자료와 부산지방기상청(PMA) 및 산하 AWS의 주요기상자료를 사용하였다. 년, 계절, 일변화 등의 분석연구의 경우 연산동, 동삼동, 재송동을 제외한 6개 지점을 대상으로 10년간(1990-1999)의 O₃ 및 NO₂, CO 시간별 자료와 부산지방 기상청에서 관측된 주요기상요소자료(기온, 습도, 풍향, 풍속, 강수)를 사용하였다. 또한 고농도 오존 발생 빈도와 수평적 분포를 분석하기 위해 최근 4년간(1996-1999)의 9개 측정소의 O₃자료와 부산지방 기상청에서 설치한 AWS 측정망(Fig. 1)의 주요 기상요소자료를 사용하였다.

4. 결과

1) 오존농도 추세

오존농도 추세를 알아보기 위해 부산지역 6개 측정소에서 수집된 10년간의 시간별 오존 자료를 사용하여 오존의 연변화와 고농도 오존일 발생빈도를 분석하였다. 사용된 자료의 수집율은 평균 82.5%를 나타내어(Table. 1) 분석결과에 신뢰성이 있다고 볼 수 있다. 분석결과 Fig. 3에서 알 수 있듯이 최근에 들어 고농도 영역의 상승과 평균농도의 증가

의 경향을 나타냈었고 고농도 발생 빈도 역시 98, 99년에 집중되어 있으며, 8월에 가장 높게 나타나는 결과를 보였다.

Table. 1 Percentage of data captured for the 10-year period(1990 - 1999)

Station	112	152	172	181	182	202	MEAN
Name	Kawangbok	Beomcheon	Deayeon	Gamjeon	Dukchen	Synpyeong	
Percentage	88.2	80.4	79.5(90,91)	83.5(91)	82.3	81.2(90,91)	82.5

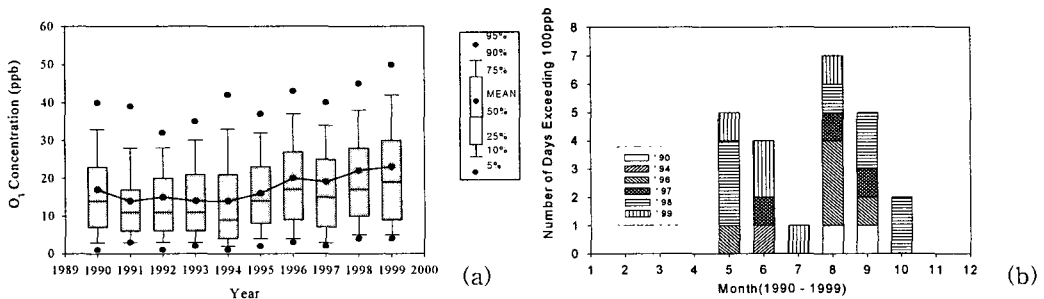


Fig. 3 Trends of O₃ concentration(a) and number of days exceeding the 1-hour standard of 100ppb in Korea(b) for the pusan, 1990-1999. Monthly mean concentrations are denoted by solid circle and joined by lines.

참고문헌

김유근, 이화운, 전병일, 홍정혜(1996) 부산연안역의 오존 농도에 미치는 해풍의 영향, 한국환경과학회지 5(3), 265-275.

김유근, 박종길, 오인보, 임윤규(1999) 부산지역의 도시기후 특성, 부산대학교 환경연구보 17, 1-7.

이화운, 김유근, 원경미, 조인숙(1999) 연안의 선박오염배출을 포함한 부산지역의 대기오염물질 배출량 산정, 한국대기환경학회지, 15(5), 587-598.

Entwistle, J., K. Weston, R. Singles and R. Burgess(1997) The magnitude and extent of elevated ozone concentrations around the coasts of the British isles., Atmospheric Environment, 31(13), 1925-1932.

Ghim, Y. S., Characteristics of ground-level ozone distributions in Korea for the period of 1990-1995(2000), Journal of Geophysical Research, 105(D7), 8877-8890

Liu, C.M., S. C. Liu and S.H. Shen(1990) A study of Taipei ozone problem, Atmospheric Environment, 24(6), 1641-1472.

Ueda, H.,S. Mistsumoto and H.Kurita, 1988: Flow mechanism of the long-range transport of air pollutants by the sea breeze caused nighttime high oxidants inland. J. Appl. Meteor., 27 181-187.