

야간 지표 고농도 오존에 관한 연구

The study on high O₃ concentration at night

김유근 · 홍정혜¹ · 최규상¹ · 지기원¹ · 김영태¹ · 유은철¹
부산대학교 대기과학과, ¹부산광역시 보건환경연구원

1. 서론

오존은 광화학반응에 의한 2차 오염물질이란 뚜렷한 정의때문에 한 낮에만 높은 농도를 가질 것이라는 예상과는 달리 일사가 전혀 없는 야간에 고농도가 나타나고 있으며 이에 대한 의견이 제시되고 있다. 한 가설로 주간 광화학반응에 의하여 생성된 오존은 혼합고의 성장에 따라 상부대기까지 도달하고 야간에 대기하층부의 기온역전 형성으로 인한 지상 오존 농도는 감소하는 반면 역전층 상부의 오존의 농도는 높아지게 되고 이를 근거로 다음날 새벽에 풍속이 강한 연직순환이 강하게 발달하거나 하층의 승온으로 기온 역전이 파괴되어 대류혼합이 발생하면 대기경계층 상부의 고농도 오존이 지표로 내려와 고농도의 오존을 형성하여 야간의 고농도 지표 오존을 나타낸다고 주장하였다.

또 다른 가설로 부산과 같은 복잡한 지형을 가진 지역에서 바람방향의 변화는 다른 지역으로 이동하였던 고농도의 오존이 되돌아서 새벽에 고농도의 오존이 형성될 수 있다는 주장으로 실제 수치모형의 결과를 보이고 있기도 하다.

본 연구에서는 비교적 최근 하계 부산의 오존 농도 자료를 이용하여 야간의 고농도 오존 발생 현황과 그 배경에 대해 고찰하고자 1995년과 1996년 두해의 6월에서 9월의 부산지역의 대기오염자동측정망의 지표 오존농도와 기상요소 및 일기도를 분석하여 야간의 고농도 오존의 특성과 배경을 분석하였다.

2. 고찰

2.1 오존의 전반적인 농도 분포

오존은 지역적 시간적 균질성이 적으므로 각측정소별 월별 1시의 오존농도를 기준으로 기준이상인날과 기준이하인 날을 구분하여 월평균한후 측정소 평균을 하였다(Table 1). 그 결과 야간의 오존농도가 높은 날이 월평균 농도가 높았으며 96년 7월의 차가 가장 컸는데 96년 7월은 야간의 오존농도가 높을 때

주간도 오존 농도가 높았기 때문이다.

2.2 새벽 고농도의 현황

야간의 오존의 고농도의 현황을 알아보기 위해서 각 측정소의 0시에서 1시까지의 시간 평균 오존농도를 시간대별로 월평균한 다음 평균 이상인 날과 평균 이하인 날을 구분하여 다시 월 평균한 오존농도의 일변화를 구하였는데, 각 측정소별로 나누어 분석한 것은 오존 농도의 시간 분포는 국지성이 커서 평균할 경우 그 특성이 모호해지기 때문이다. 1시 시간농도가 월 평균보다 높은 날 평균 가운데 95년 6월과 7월에 광복동, 8월에 신평동, 9월에 대연동, 96년 6월에 광복동에서 감전동, 덕천동, 신평동, 범천동, 7월에 광복동, 대연동에서 일사가 없는 야간에 주간보다 높은 오존의 농도를 나타내었다.

Table 1. The daily mean of O₃ concentration at high concentration night and low concentration night (unit : ppb)

	specifi -cation	95.6	95.7	95.8	95.9	96.6	96.7	96.8	96.9	mean
	average	21.1	13.3	14.7	15.9	22.0	18.9	26.9	25.6	19.8
mean	high	22.9	16.5	19.0	18.5	25.0	23.3	28.8	27.4	22.7
	low	19.5	11.0	10.9	14.0	19.3	14.9	25.2	23.9	17.3

2.3 새벽 오존농도와 기상과의 관계

각 측정소별 기상요소와 오존농도를 이용하여 분석하는 것이 타당하나 측정소에서 측정되지 않는 기상요소들이 있고 부산 전체의 일기와 야간 오존농도의 관계를 볼 수 있기 때문에 부산지방기상청의 기상 관측 자료를 이용하였다. 따라서 본 절에서 오존 농도는 3시의 각 측정소 평균값을 이용하였고 03시의 기상 관측값을 이용하였다(Table 2).

Table 2. The correlation with O3 and meteorological factors

	temperature ($^{\circ}\text{C}$)	dew temperature ($^{\circ}\text{C}$)	vapour pressure (mb)	cloud cover	pressure	wind speed (m/s)
correlation	-0.140	-0.0861	-0.1058	0.194	-0.2184	0.387
average	21.5	19.1	2.28	5.8	1001.61	1.7
high mean	20.2	18.7	2.23	6.4	1000.77	2.8
low mean	21.8	19.4	2.33	5.4	1002.30	1.0

뚜렷한 상관성을 보이지 않으나 비교적 압력과 풍속, cloud cover의 상관성이 크게 나타났다. 새벽 03시의 평균적인 풍속은 1.7m/s로 비교적 약하나 평균 이상의 야간 고농도 오존이 나타나는 날의 풍속은 2.7m/s의 풍속을 나타내었다. 다음, cloud cover로써 야간고농도 오존일의 경우 그렇지 않은 날보다 많은 것을 볼수 있다.

2.4. 새벽 고농도 오존과 일기도

새벽의 고농도 오존과 저기압성 기단과 관계를 암시 때문에 7개 측정소 평균의 03시 월평균 이상의 날의 평균값, 그 이상을 나타내는 날의 인쇄일기도를 고찰하였다. Fig. 1에는 각월의 측정소 3시 평균 최고 오존농도를 나타내는 날의 인쇄일기도인데 특징으로 상대적으로 야간 고농도 날에 부산은 기압골에 위치하거나 뚜렷한 저기압권 아래에 존재한다. 이러한 기압하에서 야간 역전층이나 중규모 규모의 풍계를 생각할 수 없는 경우이다. 이를 설명하기 위해서 반응성이 없는 TSP, 03시 자료를 위 날들의 평균과 03시 자료 월 전체 평균과 비교한 결과를 Table 3.에 나타냈다.

Table 3. The concentraion of TSP on high O₃ days($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

year month	95		96	
	average	O ₃ high days	average	O ₃ high days
6	68.5	43.2	78.9	67.4
7	76.6	53.5	53.8	51.4
8	61.2	-	52.8	41.8
9	62.5	49.7	49.0	44.4

3. 결론

부산의 하계 야간 고농도 오존에 관한 기상학적 원인 규명을 위해서 오존 농도와 기상요소, 일기도 분석을 한 결과

ㄱ. 야간의 고농도를 나타내는 날 일평균은 그렇지 않은 날보다 5.4ppb 높았다.

ㄴ. 풍속은 0.387, 압력은 -0.2184, cloud cover는 0.194의 상관관계를 나타냈다.

ㄷ. 야간 고농도를 나타내는 날 부산은 기압골이나 뚜렷한 저기압권 아래 대부분 위치하였다.

따라서 부산 하계의 야간 고농도 오존은 중관규모의 바람장이 약한 중규모 현상에 의한 이류 현상이나 야간 역전층 형성에 의한 상층에 모인 오존이 연직 혼합에 의한 공간적 이동 보다는 기상조건에 따른 오존의 생성과 소멸에 의한 증감에 의해 나타난 현상이라고 추정된다.

Figure 1. The distribution of pressure on the high night O₃ concentration days.

