부산연안역의 야간 고농도 오존 발생 특성과 기상학적 관련성에 관한 연구

전병일
신라대학교 환경학과

1. 서론

대기 중에서 광화학반응이 일어나는 오염된 도시역의 지표 오존농도 일변화는 일반적으로 태양복사에너지가 가장 강한 주간에 최고농도를 나타내고 저녁으로 갈수록 낮아지는 경향을 가지고 있다. 이런 일변화 형태는 세계 여러 도시에서 이미 관측되고 그 특성이 고찰된 바 있다. 그리고 일 중의 primary peak가 정오경에 나타나고 secondary peak가 오후(14~16LST)에 나타나는 사례가 있는 데, 이 때의 primary peak는 지역적인 원인에 의해 발생하고 secondary peak는 주위로부터의 수송에 의한 결과로 알려져 있으며, 이는 주로 오염된 도시의 풍하측에서 종종 발생하여 primary peak가 secondary peak보다 더 높은 사례가 나타나기도 한다. 그러나 이런 경우라도 야간과 새벽이 되면 오존농도는 주간보다 낮아지는 것이 대부분이다.

그러나 야간(새벽)의 오존농도가 주간의 농도보다 기대 이상으로 높게 관측이 되는 경우가 자주 발생하고 있다. 새벽의 고농도 오존 발생메카니즘으로 다음과 같이 세 가지를 들 수 있다. 첫째, 다른 지역으로부터 오존의 수평적인 수송, 두 번째, 성층권 오존의 침강, 마지막으로 주간에 생성된 오존이 혼합층의 성장에 따라 상부대기까지 도달하고 야간에 대기하층부의 기온역전생성으로 지표오존이 감소하는데 비해, 역전층상부의 농도는 높아지게 되고 다음날 새벽에 풍속이 강한 연직순환이 있게 되면 상부의 고농도 오존이 지표로 하향하여 새벽의 고농도 오존를 발생하게 된다는 것으로 대별할 수 있다.

그러나 아직까지 상기의 원인이 아닌 형태로 야간의 고농도가 나타나기도 하여 이에 대한 구체적인 연구의 필요성이 최근에 대두되고 있다.

2. 자료 및 연구방법

본 연구에서는 1995년과 1996년 2년의 부산지역 환경부 산하 대기오염자동측정망에서 측정한 시간별 오존농도자료와 기상청의 지상기상자료를 이용하여

부산연안역의 야간(새벽) 고농도 오존의 발생 특성을 고찰하였다. 측정지점은 광복동, 범천동, 명륜동, 대연동, 신평동, 감전동, 덕천동으로 7개지점이나 명륜동이 연산동으로 이전하는 작업 때문에 1996년 3월 이후의 자료가 결측되어 명륜동이 조사대상에서 제외되고 6개지점으로 한정하였다. 그리고 본 연구에서는 하루 24시간 오존 관측치 중에서 새벽 1시부터 5시사이에 primary peak가 발생한 날을 야간 고농도 오존일로 선정하고 그 발생 특성과 기상학적 관련성을 고찰하였다.

3. 결과

표 1은 부산지역 명륜동을 제외한 6개지점을 대상으로 하여 야간 고농도 오존이 몇 개 지점에서 동시에 발생하였는지를 조사한 것이다. 2년간 730일 중에 동시에 2개지점에서 발생한 날이 118일로 16.2%였고 3개지점에서 56일(7.7%), 4개지점에서 45일(6.2%), 5개점에서 14일(1.9%) 그리고 모든 지점인 6개지점에서는 25일로 3.4%을 차지하여 야간 고농도 오존일의 발생이 부산지역에서 매우 빈번하게 발생하고 있는 것을 알 수 있다.

표 1. 부산지역 6개지점 중에서 야간 고농도오존이 동시에 발생한 지점수

Number / Year	2	3	4	5	6
1995	66	22	21	6	11
1996	52	34	24	8	14
Total(730days)	118	56	45	14	25
%	16.2	7.7	6.2	1.9	3.4

표 2는 1995년과 1996년의 5월부터 9월까지 6개지점에서 야간 고농도오존이 발생한 날이 1995년에 7일(5월 14일, 5월 20일, 5월 25일, 5월 29일, 6월 3일, 6월 11일, 9월 23일) 1996년에 5일(5월 11일, 6월 7일, 7월 10일, 8월 27일, 9월 28일)로 총 12일에 대해서 3일전과 1일후의 기상요소의 변화 특성을 조사한 것이다. 야간 고농도 오존일을 중심으로 하여 낮은 최고기온, 높은 최저기온 그리고 낮은 일교차를 나타내었다. 그리고 높은 상대습도, 강한 풍속, 많은 운량, 낮은 일사량 그리고 낮은 수평면일사량을 나타내었다. 따라서 야간 고농도 오존일이 나타나기 전에는 일기가 양호한 상태로 정상적인 오존의 일변화 즉 야간의 저농도 주간의 고농도가 유지되다가 야간 고농도 오존이 발생하기 전날부터 저기압의 영향으로 운량이 증가 강한 풍속 등으로 인하여 전날의 오존이 피괴되고 그대로 잔존하여 유지되고 또한 전날 대기경계층으로 올라간 오존이 하층

으로 유입되어 상승효과를 나타내었다. 또한, 야간 고농도 오존일의 주간에 흐린 날씨로 인해 광화학반응이 활발하지 못하여 오존의 생성이 저하됨에 따라서 새벽의 고농도 오존과 주간의 저농도 오존의 형태를 취하게 된 것으로 판단된다.

표 2. 1995년과 1996년의 5월부터 9월까지 6개지점에서 야간 고농도오존이 발생한 날의 3일전과 1일후의 기상요소의 변화 특성

Step / Element	- 2 day	- 1 day	nocturnal O_3 day	+1 day
Maximum temp.(℃)	25.0	23.6	21.0	22.3
Minimum temp.(℃)	15.8	16.0	16.5	16.5
Diurnal range(℃)	9.2	7.6	4.5	5.8
Relarive humidity(%)	58.8	66.3	84.1	80.4
Mean wind speed(m/s)	4.2	4.5	4.9	3.9
Mean cloud amount(1/10)	3.2	6.6	8.9	7.2
Duration of sunshine(hr)	10.2	5.5	1.7	3.8
Radiation on surface(MJ/m^2)	21.38	14.12	7.72	10.78