

대기-P7 고농도 오존이 발생하는 날의 종관 기상 패턴과 주 요 5대 도시별 오존 농도 변화

김유라*, 윤일희, 김희종¹

경북대학교 교육대학원 지구과학교육전공,

¹경북대학교 자연과학대학 천문대기학과

1. 서 론

최근 전국 여러 도시들에서 빈번하게 발생하고 있는 고농도 오존 사례는 갈수록 심화되는 경향을 보이고 있다. 1990년대 후반을 지나면서 대기오염이 심한 지역에서는 오존의 연평균 농도가 높아졌으며, 상대적으로 오염이 낮은 지역에서는 고농도 오존의 발생일이 늘어나는 양상을 보여주고 있다(김영성과 심상규, 2000).

기존의 고농도 오존 일의 종관적인 특성을 분석한 국내 연구들은 특정도시에 한해서 수행되었거나 단기간의 사례에 대하여 주로 기상요소와 고농도 오존 발생과의 관계에 중점을 두었다(전병일 등, 1995, Jo *et al.*, 2000). 이러한 연구를 전국적으로 적용시키기에는 한계가 있을 것으로 생각된다. 따라서 이 연구는 1997년부터 1999년까지 3년 간의 오존 농도를 분석하여 그 중 고농도 오존 발생 일에 대하여 대도시인 서울, 부산, 대구, 대전, 광주 각각의 도시별 오존농도의 특성과 시간에 따른 변화 양상을 조사하고 고농도 오존 일의 종관 기압 배치 패턴을 밝혀 보고자 한다.

2. 자료 및 방법

이 연구에서 이용된 오존농도자료는 1997년부터 1999년까지 3년 간 전국 5대도시(서울, 부산, 대구, 대전, 광주)의 환경청 대기질 자동 측정망에서 측정된 시간별 오존 농도 자료를 이용하였다. 도시별 측정소 개수의 차이로 인한 빈도수의 과대, 과소 평가를 막기 위하여 각 도시별로 최고 농도값 하나만을 추출하여 평가하였다. 즉, 각 도시에 존재하는 여러 개의 측정소 중 오존 농도가 가장 높게 나타난 지점의 오존 농도를 그 당일의 대표 오존 농도로 사용하였다. 각 도시의 오존 에피소드 일은 1시간 오존 농도가 80 ppb 이상으로 3시간 이상 지속적으로 1회 이상 나타난 날로 정의하였다(Poulida *et al.*, 1991). 그리고 8시간 평균 농도가 환경기준치인 60 ppb 이상을 기록한 날들을 8시간 기준의 고농도 일로 선정하였다.

종관 기압 패턴 분석에 사용할 고농도 오존 일은 지역적 요인의 영향을 최소화시키기 위하여, 오존 에피소드 일이나 8시간 기준의 고농도 일들 중에서 하루동안 전체 5개 도시 중 3개 도시 이상에서 위의 기준을 만족하는 날들을 선정하였다. 선정된 고농도 오존 일들의 지상 일기도를 사용하여 종관 기압 패턴을 분석하였다.

3. 결 과

3.1 오존 농도 특성

Fig. 1은 각 연구 기간에 도시별 오존 에피소드 발생일을 나타낸 것이다. 오존 에피소드가 가장 많이 발생한 도시는 서울이며 그 다음이 대구, 대전이었으며 광주가 가장 낮았다. 특이하게 대전의 경우 1999년에 그 횟수가 갑자기 급증하였는데 1999년 전체 18일의 오존 에피소드 일 중 17일이 대덕구 읍내동에서 발생하였다. 이 지역이 공업지역인 점으로 보아 이 급격한 증가 원인은 지역적 요인에 의한 것으로 추정된다.

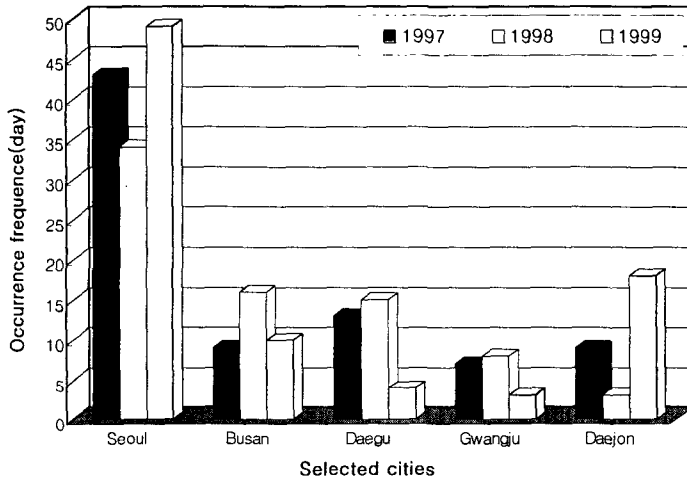


Fig. 1. The number of occurrences of ozone episode days for the period of 1997 to 1999 in each city.

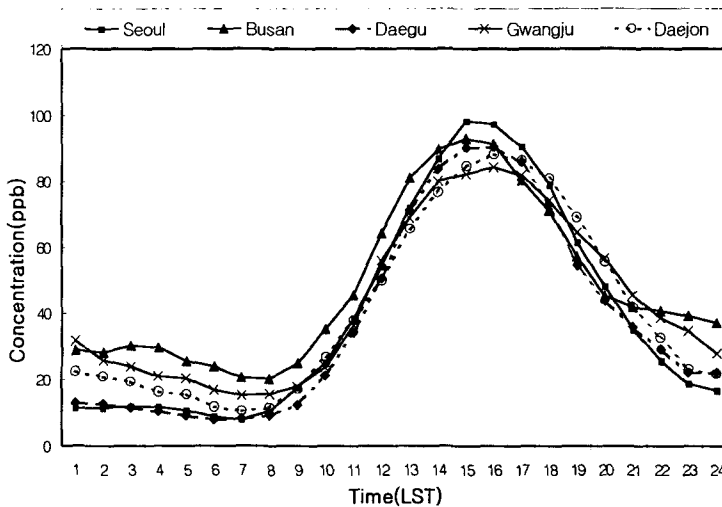


Fig. 2. Diurnal variations of mean ozone concentration for ozone episode days.

Fig. 2는 5개 도시에서 3년 간 오존 에피소드가 발생한 날의 평균 오존 농도 값의 일 변화를 나타낸 것이다. 2200~0800 LST 사이에서는 광주와 부산의 오존 농도가 대구나 서울에 비해 감소 폭이 적었고, 일 최고치를 기록하는 1500~1600 LST가 되면 서울의 오존 농도가 가장 높고 광주가 오히려 더 낮았다. 따라서 서울이 일변화폭이 가장 크고 광주가 가장 작게 나타났다.

3.2 종관 기상 패턴

고농도 오존 일이 발생한 날의 종관 기압 분포를 알아보고, 다음과 같이 4가지 패턴으로 구분하였다.

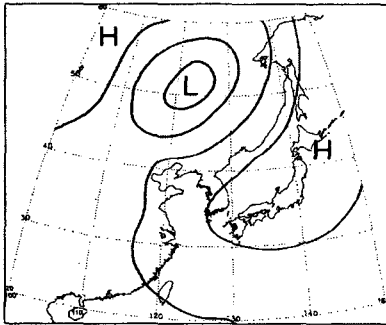
패턴 I : 오호츠크해에 중심을 둔 고기압이 우리나라에 영향을 미치는 경우

패턴 II : 북태평양 고기압이 우리나라에 영향을 미치는 경우

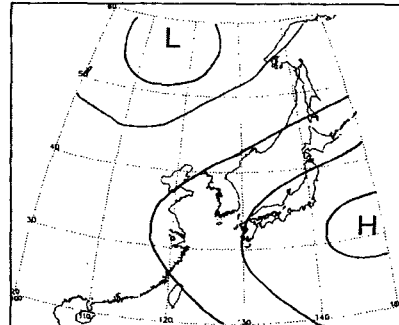
패턴 III : 이동성 고기압의 영향을 받는 경우

패턴 IV : 태풍이 지나가기 전의 경우(태풍이 우리나라의 남부 지역에 있을 때)

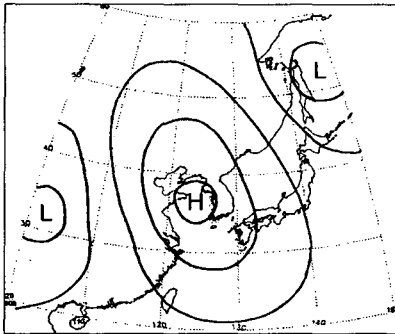
Pattern I



Pattern II



Pattern III



Pattern IV

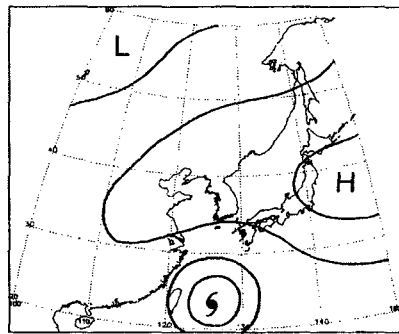


Fig. 3. Four different synoptic patterns(I ~IV) favorable for high ozone days.

4. 결론 및 요약

전국 5개 도시에 대하여 1997년부터 1999년까지 대기오염 측정망에서 측정한 1시간 오존 농도와 계산한 8시간 평균 오존농도를 사용하여 고농도 오존이 발생한 날을 선정하였다. 고농도 오존 일은 1시간 오존농도가 80 ppb 이상인 경우가 3회 이상 연속적으로 발생한 오존 에피소드 일과 8시간 평균 오존 농도가 60 ppb 이상인 8시간 기준의 고농도 일로 선정하였다.

위의 기준으로 선정한 고농도 오존 일을 도시별로 분석해 본 결과 서울과 부산이 대기 환경 기준을 넘는 횟수가 가장 많았으며 그 다음으로 대구와 대전, 광주 순 이었다.

고농도 오존 일의 도시별 오존농도의 일 변화를 광주와 부산의 경우 야간 오존농도가 특히 높았으며 서울은 일변화폭이 최대였다.

고농도 오존 일의 연중 월 변화는 5, 6월에 고농도 오존 일이 가장 많이 발생하였다. 오존 에피소드 일의 48.8%가 이 기간에 발생하였고, 8시간 기준의 고농도 일은 54.8%가 이 기간 중에 발생하였다.

위에서 선정한 고농도 오존 일의 종관 기압 배치 패턴을 분석해 본 결과, 크게 4가지로 나누어지는데 그 중 이동성 고기압의 영향을 받는 경우가 전체 고농도 오존 발생 일의 40.6%로 가장 많았다. 그 다음으로 태평양 고기압의 영향을 받는 경우가 25%, 오호츠크해 고기압의 지배를 받는 경우가 15.7%를 차지했다. 따라서 이러한 기압배치를 이룰 것으로 추정되는 날은 고농도 오존의 발생 가능성이 비교적 높을 것으로 예상할 수 있다.

이상과 같은 기압배치를 이룰 때 고농도 오존이 발생하는 비율을 검증하는 과정을 거친다면 고농도 오존이 발생하는 것을 보다 빨리 예측할 수 있을 것이다. 이 연구에서는 3개 도시 이상에서 같은 날 고농도 오존이 발생된 경우 공통적인 기상 요인 즉 종관적인 기상요인이 작용하기 때문이라는 가정 하에 연구를 수행하였다.

이 연구가 1997~1999년까지의 5대 도시의 자료만을 사용했으므로 앞으로 보다 장기간동안 많은 도시들의 자료들을 사용한다면 보다 다양한 기압배치 형태를 도출할 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- 김영성, 심상규, 2000, 우리나라의 오존의 시공간 변화 특성, 민관공동 오존오염대책 Workshop 2000, 9-23.
- 전병일, 김유근, 이화운, 1995, 부산 지역의 오존농도 특성과 기상인자에 관한 연구, 한국 대기보전학회지, 11(1), 45-56.
- Jo, W. K., I. H. Yoon and C. W. Nam, 2000, Analysis of air pollution in two major Korea cities : trends, seasonal variations, daily 1-hour maximum versus other hour-based concentrations, and standard exceedances, Environmental Pollution, 110, 11-18.
- Poulida, O., R. G. Wardell, and J. G. Watkins, 1991, Trace gas concentrations and meteorology in rural Virginia: 1. Ozone and carbon monoxide, Journal of Geophysical Research, 96(D12), 22461-22475.