

1E5) 울산지역 역전층 발생에 따른 대기오염 특성분석

Characteristics of Air Pollution Related to Occurrence of Inversion Layer in Ulsan Area

임윤규 · 김유근 · 조윤미
 부산대학교 대기과학과

1. 서 론

역전층 현상은 주로 맑은 날 야간 복사냉각에 의해 종종 나타나는 현상으로 사계절 모두 빈번히 존재한다. 하지만 역전층의 발달 정도와 강도 등은 그 날의 일기상태에 의해 크게 좌우되며, 또한 그 지역의 기후 및 지리적인 환경도 중요한 역할을 한다.

본 연구 대상지역인 울산지역은 산업화에 따른 고도성장을 이룬 도시 중 하나로 우리나라 최대공업도시로 잘 알려져 있다. 이와 같은 도시의 야간 역전층 생성 및 발달과정에 있어서 도시 내 인공열의 효과 역시 중요한 요인으로 작용 할 수 있다. 역전층에 따른 대기오염 농도 변화에 관한 연구로 NO_x의 연직 농도 분포가 야간 역전층의 존재로 고농도가 존재하는 역이 지표면 근처가 아닌 상층(약 100 m 부근)에서 나타남을 보였다(Sahashi et al, 1995). 이러한 농도 분포는 일사에 의한 야간 역전층이 파괴됨과 동시에 오전중 고농도 현상이 발생할 수 있는 가능성을 제시해준다. 울산지역 역시 야간 역전층이 빈번히 존재하는 지역으로 대기오염현상을 이해하는데 있어서 역전층의 효과를 파악하는 것이 중요하다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 울산지역의 역전층 발생에 따른 대기오염 물질의 농도 변화 특성을 파악하고 역전층이 농도변화에 어떠한 요인으로 작용하는지 살펴보고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 울산지역의 역전층 발생일을 파악하기 위해 울산시 여천동에 설치한 2002년 6월에서 2003년 5월까지의 10m 2 layer AWS(Automatic Weather System) 자료를 이용하였다. 또한 실제 역전층 높이를 파악하기 위해 각 계절을 대표하는 전형적인 날을 택하여 테드존데 관측을 계절별 2회 실시하여 10m AWS 자료의 검증에 활용하였다. 역전층 발생일의 정의에서 두 층간의 온도기울기 합수를 적용하였으며, 도시화에 따른 야간 승온 효과를 감안하기 위해 야간 온도기울기의 합으로써 값의 등급에 따라 역전강도를 구분하여 표 1과 같이 정의하였다. 또한 대기오염자료는 같은 지역에서 측정된 환경부 산하 대기질 자료를 사용하였다.

Table 1. The inversion intensity group due to sum of temperature gradient during night time.

Sum of Temp. grad. during night time	$\nabla T < 0$	$0 \leq \nabla T < 1$	$1 \leq \nabla T < 3$	$3 \leq \nabla T$
Initial	Group 0	Group 1	Group 2	Group 3

3. 결 과

그림 1에서 나타난 바와 같이 울산지역의 사계절 역전층 고도 특성을 파악하기 위해 계절별 전형적인 날을 대상으로 각 2일간 2회씩 테드존데 관측을 실시하여 각 관측일 날의 평균 역전층 고도를 조사하였다. 계절별 2회 관측한 자료만으로 그 계절 전체의 특성을 해석하기엔 다소 무리가 따르지만, 현 관측여건상 전 기간의 관측은 어려운 실정므로 본 연구에서는 전형적인 날에 관측된 2회 자료를 각 계절을 대표하는 것으로 간주하였다. 본 연구에서 조사된 특이할만한 결과로 울산지역의 평균 역전층 높이가 겨울철 보다 봄철에 더 높다는 사실이다. 이러한 결과로 미루어 보아 울산지역에 야간 승온 효과가 존재한다는 것을 알 수 있고, 겨울철에 더욱 효과적으로 나타나는 것으로 유추할 수 있다. 그림 2에서는 역전강도(이하 야간 온도기울기의 합)별 빈도수를 나타낸 것으로 봄철과 여름철 두 계절을 나타내었다. 봄철의 경우 울산지역의 온도기울기 합의 범위가 1보다 크고 3보다 작은 Group 2가 가장 높은 빈도를 나

타내고 있다. 여름철의 경우는 그림 1에서 설명한바와 같이 야간 평균 역전층의 높이도 낮지만 봄철에 비해서 강도도 약하게 나타났다. 이상의 결과로 울산 지역 야간 역전층은 봄철에 강하게 발달하는 것을 알 수 있다. 이러한 역전층의 강도와 대기오염물질과의 관계를 살펴보기 위해 역전 강도의 분포가 고르게 잘 나타난 봄철을 대상으로 살펴보았다. 그림 3은 역전강도에 따른 오존의 일변화를 나타낸 것으로 역전강도가 가장 큰 Group 3의 경우 야간 농도는 낮지만 오후에 최대 농도 발생이 가장 큰 것으로 나타나고 있으며, 이와 반대로 역전이 발생하지 않은 것으로 정의된 Group 0의 경우는 야간 농도가 다른 경우와 비교해서 가장 높게 나타나고 일중 오존의 광화학 반응에 따른 농도 변동모습은 잘 나타나지 않고 있다. 그림 4는 SO₂의 농도 변화를 나타낸 것으로 전반적으로 역전강도가 큰 경우가 일중 농도 변화도 크다는 것을 알 수 있다. 특히, Group 3의 경우 야간 농도가 아주 약하다가 역전층 파괴와 더불어 9시경에 오전 중 Peak를 보이고 있다. 이러한 결과는 야간 역전층이 오염물질을 지표층 위의 특정 고도에 정체시켰다가 다시 일사에 의한 혼합층 발달에 따라 지표 고농도 발생에 영향을 주는 것으로 추론할 수 있다.

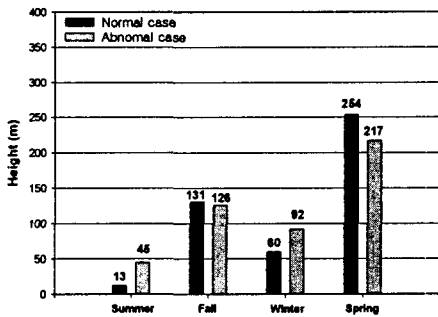


Fig. 1. The distribution of mean inversion during observation days at Ulsan, 2002-2003.

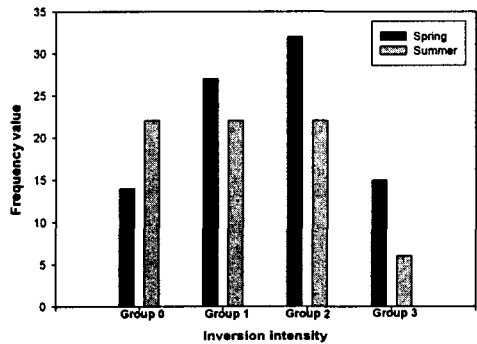


Fig. 2. The frequency of inversion occurrence height day in each group.

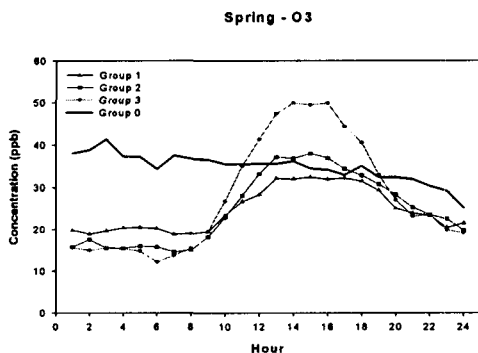


Fig. 3. Diurnal variation of ozone in each group case.

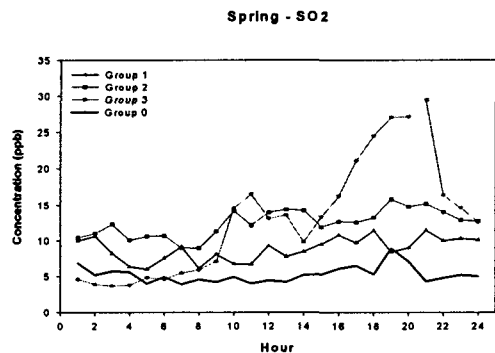


Fig. 4. Same as Fig. 3 except for SO₂.

사 사

본 연구는 환경부 지정 울산지역 환경기술개발센터의 연구비로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

Sahashi, K. and T. Hieda(1995) Nitrogen-oxide layer over the urban heat island in okayama city, Atmospheric Environment 30, 531-535.