

PB24) 울산지역 역전층 형성과 관련한 오염물질의 거동

The behavior of air pollutant associated with atmospheric inversion in Ulsan

이영미 · 김유근 · 이화운 · 박종길¹⁾ · 오인보 · 임윤규
 부산대학교 대기과학과, ¹⁾인제대학교 환경시스템학부

1. 서 론

일반적으로 대기에 배출된 오염물질의 확산과 수송과정은 공기의 연직 열적 구조에 의해 좌우되기 때문에 (Coulter, 1979; Dayan *et al.*, 1988) 이를 예측하기 위해서는 역전층과 혼합층 고도가 필수적으로 고려되어야 한다(권병혁 등, 2001). 따라서, 연직관측을 통해 대기 경계층의 연직구조를 조사하는 것은 지역 대기오염관리 에 있어 매우 중요하다고 볼 수 있다. 특히, 역전층 형성과 고도변화는 대기오염의 지표 고농도를 유발시키는 중요한 현상의 하나로서, 지표면 부근에 역전층이 존재할 경우, 대기의 확산운동이 억제되어 고농도 현상이 나타날 수 있다. 또한, 역전층과 배출원 고도와의 관계에 따라 오염물질의 확산이 다르게 나타나므로 저층 대기 (500m이하)의 집중관측을 바탕으로 한 지역의 역전층 형성과 대기질 농도와의 관계를 상세히 분석할 필요가 있다. 특히, 연안에 위치한 공단지역의 경우, 역전층 형성과 발달이 해륙풍 순환과 연계되어 인근 도심에 영향을 미칠것이라 예상되므로, 배출원의 위치와 해풍을 고려한 면밀한 분석이 요구된다.

본 연구에서는 대표적인 해안 공단도시인 울산지역의 저층대기 특성과 역전층 형성을 파악하기 위해 테더존데(Tethersonde)를 이용하여 집중관측을 실시하였으며, 이를 바탕으로 인근 대기질 자료분석과 함께 역전층 형성에 따른 오염물질의 거동을 파악하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 울산지역의 역전층 특성을 상세히 조사하기 위해 테더존데를 이용하여 계절별 집중관측을 실시하였다. 하계, 추계 및 동계에 각 계절별로 2회(총 6회) 실시하였으며, 매 관측은 역전층이 형성되는 야간과 새벽에 1일 5회(0200, 0400, 0800, 2000, 2200 LST) 연속 수행되었다.

관측장소는 울산 연안에 위치한 석유화학공단내 주위 지형의 영향을 받지 않는 지점으로 선정하였으며, 계절별 관측기간과 시간은 표 1에 나타나있다.

Table 1. Summary of observation in different season

Season	Period	
Summer	1st	1200 LST, July 24, 2002 - 1500 LST, July 25, 2002
	2nd	1800 LST, August 20, 2002 - 0900 LST, August 23, 2002
Fall	1st	1800 LST, October 22, 2002 - 1500 LST, October 24, 2002
	2nd	2000 LST, November 21, 2002 - 0800 LST, November 23, 2002
Winter	1st	1800 LST, December 26, 2002 - 1500 LST, December 28, 2002
	2nd	1500 LST, January 14, 2003 - 1200 LST, January 16, 2003

3. 결과 및 고찰

3. 1 형성층 형성과 고도변화

기온역전이 배출원 고도와 비슷한 고도에 형성되면 오염물질이 수직으로 거의 확산되지 못하고 지표로 반사되어 고농도를 유발할 가능성이 매우 높다. 따라서, 역전층 고도에 따른 대기오염물질의 확산을 고려할 때, 지표 역전층 뿐만 아니라 상층 역전이 형성되는 고도와 배출원 고도를 함께 분석하는 것이 매우 중요하다.

본 연구에서 각 계절별로 수행한 저층대기 관측결과를 분석한 결과, 울산지역의 역전층 고도를 살펴

보면 다음과 같다. 여기서, 역전층 고도는 지표 역전층과 상층 역전층에 관계없이 역전층의 상부고도를 의미한다. 각 계절별 역전층의 평균 고도는 추계가 평균 131m로 가장 높았고, 동계가 60m 하계가 13m로 나타났는데, 이는 추계에 200m 부근에 상층 역전이 빈번히 형성된 반면, 동계에는 상대적으로 지면 가까이 낮은 고도에 역전층이 형성되었기 때문이다.

본 연구의 관측결과 중 동계 2차 1월 16일 0400 LST와 0800 LST의 기온과 습도 연직분포를 그림 1에 나타내었다. 0400 LST에는 지표에서 10m까지는 연직적으로 기온의 변화가 거의 없다가 이후 112m까지 약 102m 높이의 강한 상층 역전이 형성되어 있다. 0800 LST에는 일출로 인해 지표의 기온이 2°C 이상 상승하여 지표부근의 역전층은 완전히 소멸되었으나, 10m에서 142m까지 전시간대의 상층 역전층이 여전히 지속되고 있는 것을 볼 수 있다. 이 경우 전시간대에도 지표부근에 강한 역전층이 형성되어 있었을뿐만 아니라, 상층 역전층의 하부 고도가 10m 내외로 나타나 배출원의 고도가 역전층 내에 위치할 가능성이 매우 높으므로, 역전층 내에 정체되어 있던 오염물질이 역전층의 소멸로 인해 지표로 하강하여 고농도를 유발할 가능성이 높다.

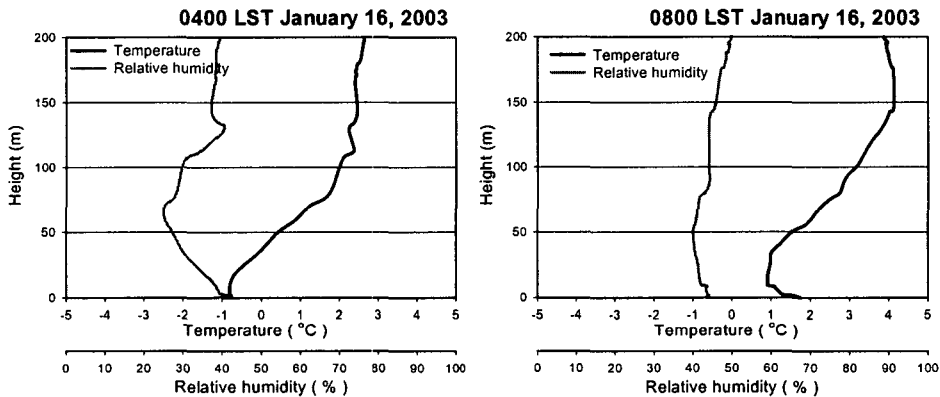


Fig. 1. Vertical distribution of temperature and relative humidity during 2nd observation in winter.

3. 2 역전층 고도와 대기오염 농도와의 관계

본 연구의 저층대기 관측결과를 분석하여 울산지역의 역전층 형성을 알아본 결과, 추계와 동계에 역전층의 발생이 빈번하고, 특히 동계에는 배출원 고도와 근접한 낮은 고도에 상층 역전층이 자주 형성되므로, 역전층과 배출원 고도를 함께 고려하여 이에 따른 지역의 대기오염 현상을 이해할 필요가 있다.

역전층 고도변화와 인근 대기오염물질의 농도와의 관계를 분석한 결과 전반적으로 역전층 고도가 낮을 때 대기질이 악화됨을 보였으며, 고도 변화에 따라 고려할 만한 농도변화를 나타내었다. 물론 배출량의 시간적 변화와 다른 중요 대기조건을 충분히 고려하여야 만 보다 명확한 해석이 되리라 사료된다.

감사의 글

본 연구는 환경부 지정 울산지역 환경기술개발센터의 연구비로 수행되었습니다.

참고 문헌

- 권병혁, 민경덕, 김동수(2001) 경북 지역에서 관측된 대기 혼합층의 발달, 한국기상학회지, Vol. 37(1), 31~38.
- Coulter, R. L. (1979) A comparison of three methods for measuring mixing-layer height, Amer. Meteor. Soc., Vol.18, 1495~1499
- Dayan, U., R. Shenhav and M. Graber (1988) The spatial and temporal behavior of the mixed layer in Israel, Amer. Meteor. Soc., Vol.27, 1382~1394