

PJ5 울릉도에서 관측한 대기경계층 일변화에 관한 사례연구

김희종*, 윤일희¹, 권병혁²

경북대학교 자연과학대학 천문대기학과

¹경북대학교 사범대학 과학교육학부 지구과학교육전공

²부경대학교 환경·해양대학 환경대기학과

1. 서 론

대기의 물리적 특성이 지표면에 의해 직접적으로 지배되는 대류권의 하층을 대기 경계층(Atmospheric Boundary Layer; ABL)이라 말한다. 이 층은 인간이 주로 활동하는 층을 포함하므로 많은 관심과 연구의 대상이 되고 있으며, 이 층에 배출된 대기오염물질은 대기의 운동에 의해 확산과 수송이 이루어지므로 대기오염 연구에 있어서 필수적이다. 한낮에 태양복사에 의해 하층 대기가 가열되어 발생하는 대류혼합과 바람의 연직 시어에 의해 발생하는 난류혼합으로 인해 대기가 연직적으로 혼합되는 층이 형성되는데 이를 혼합층(mixed layer)라고 한다(윤일희, 2000). 이 층에서는 대기의 연직 혼합이 활발하므로 열, 운동량, 오염물질이 고도에 따라 일정하게 분포한다(Stull, 1992). 따라서 대기 혼합층의 고도는 오염물질 확산을 결정하는 중요한 인자이다. 혼합층에 관한 선행 연구는 국내·외에 걸쳐 많은 연구가 수행되었으며 현재에도 이루어지고 있다. 하지만 많은 연구가 관측의 어려움 때문에 내륙과 해안에서 이루어졌다. 국내에서는 근래에 들어 해양에서의 기상현상 연구를 위해 해양대기경계층의 연구가 수행되고 있다. 본 연구에서는 우리나라 동해안에 위치한 울릉도에서의 관측을 통해 대기경계층의 일변화와 혼합층 고도를 결정하는 인자를 알아보고자 한다.

2. 관측 및 연구방법

울릉도에 위치한 울릉도 기상대에서 2002년 3월 28일부터 29일까지 3시간 간격으로 총 8회에 걸쳐 관측한 상층대기 자료와 그 기간에 해당하는 울릉도 기상대 AWS 자료 그리고 같은 기간의 일기도와 위성사진 등을 이용하였다. 존재 자료로부터 기온, 온위, 혼합비, 풍향, 풍속 등을 얻었으며, AWS 자료로부터 지상의 기온 변화를 구하였다. 또한 종관적인 일기계를 알아보기 위하여 적외 영역의 위성사진과 일기도를 이용하였다.

이상의 자료를 이용하여 대기경계층의 일변화를 살펴보았다. 관측기간 중 28일 야간부터 서쪽으로부터 구름이 유입되었고, 29일 약 02 LST부터 강수가 시작되었다. 이 시간의 대기경계층 변화를 통하여 구름 유입에 의한 영향을 알아보았다.

3. 결 과

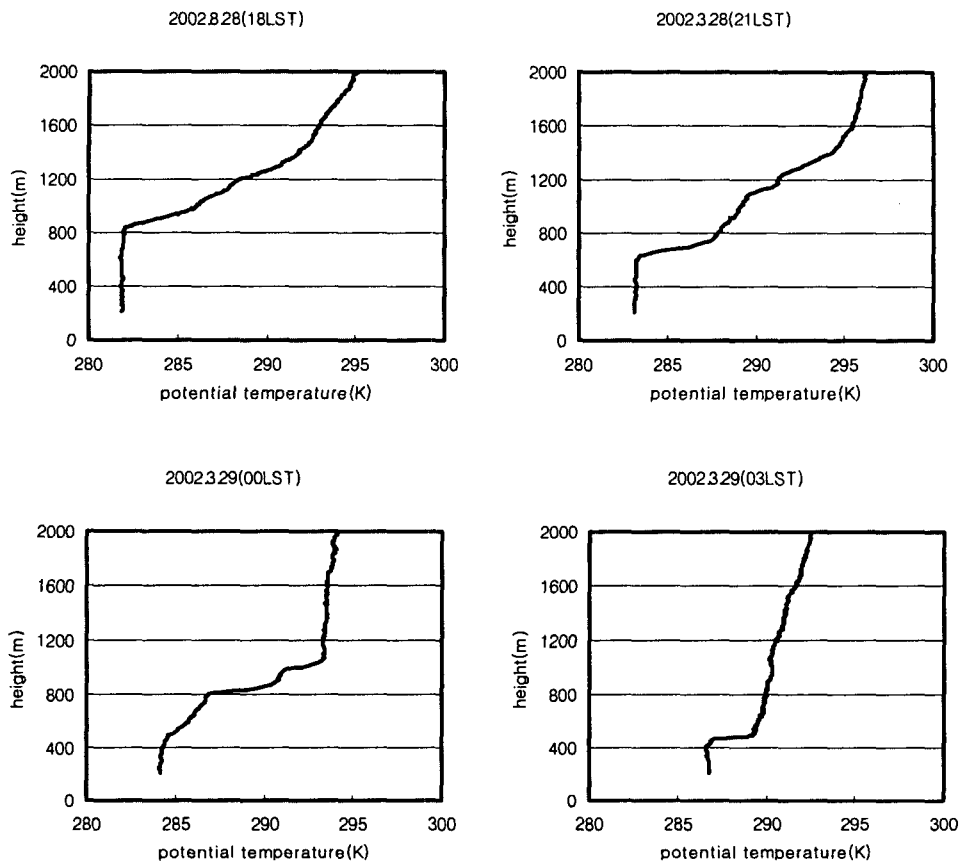


Fig. 1. Vertical profiles of potential temperature 18, 21, 00 and 03 LST from 28 to 29 March 2002 at Ulleungdo.

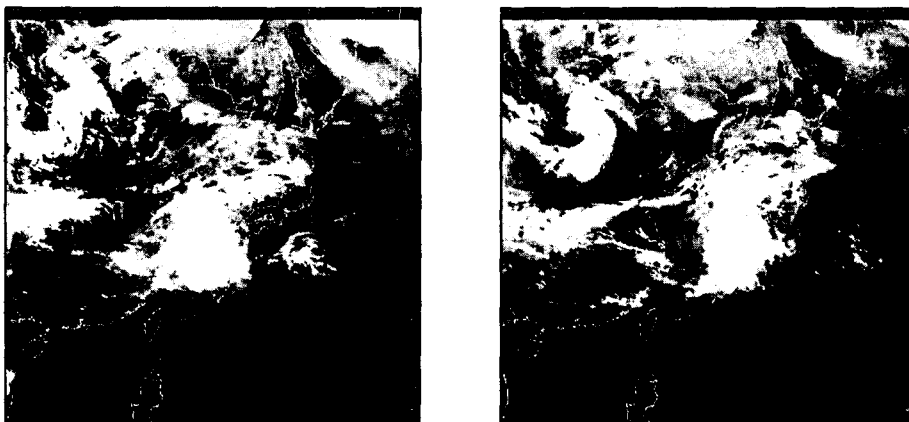


Fig. 2. GMS infrared images on March 28, 2002 21 LST and March 29, 2002 03 LST.

Fig. 1은 2002년 3월 28일부터 29일까지 3시간 간격으로 울릉도에서 관측한 온위 연직 분포이다. 일반적으로 일몰 후에 복사냉각으로 인해 대기 하층부터 안정층이 형성되어 발달하는 경우와 달리 29일 03 LST까지 전일에 발달한 혼합층이 파괴되지 않고 남아있다. 이는 28일 야간에 유입된 구름의 유입에 의한 것이다. 구름에서 방출되는 장파 복사로 인해 대기하층의 온도가 증가하였음이 29일 00, 03 LST의 그림을 보면 알 수 있다. 혼합층이 유지되는 현상을 알아보기 위하여 임의의 두 고도에서의 기온과 풍속의 차를 이용하는 벌크법(bulk transfer method)을 이용하여 현열속(sensible heat flux)을 알아보았다. 그 결과 현열속의 영향으로 인해 혼합층이 소멸되지 않고 존재하였으며, 이 현열속은 구름에 의한 장파복사의 영향으로 사료된다(권병혁 등, 2001).

Fig. 2는 이 기간의 적외 영역의 위성 사진이다. 28일 야간부터 서쪽으로부터 관측지점으로 유입되고, 29일 오전까지 구름의 영향을 받았다. 그 결과 29일 일출 후에도 하층으로부터 지표가열에 의한 혼합층 발달이 이루어지지 않았다.

Fig. 3은 울릉도에서 관측된 기온자료를 시계열로 표현한 것이다. 그림에 보듯이 구름이 유입되는 28일 야간부터는 기온이 하강하지 않고 오히려 상승하는 것을 알 수 있다. 이 현상 역시 구름에서 방출되는 장파 복사에 의한 하층대기의 가열로 인하여 나타난 현상이다.

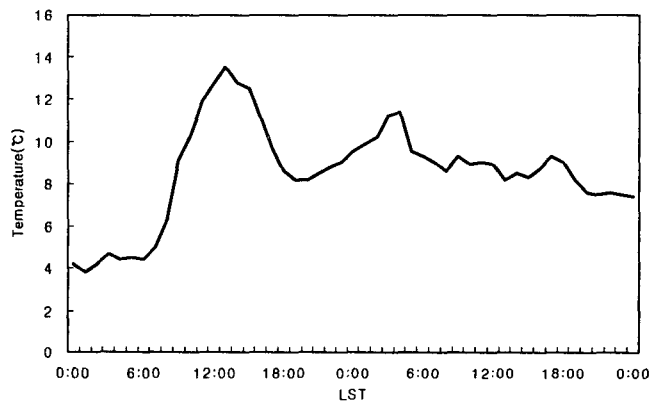


Fig. 3. Time-series of temperature from 28 to 29 March 2002 at Ulleungdo.

4. 요약

2002년 3월 28일과 29일에 동해 울릉도에서 존데를 이용하여 관측한 자료와 AWS 자료 등을 이용하여 얻은 이상의 결과를 요약하면 다음과 같다.

일반적인 경우와는 달리 주간에 형성된 혼합층이 일몰 후 야간까지 소멸하지 않았다. 그 이유는 구름으로부터 방출되는 장파복사로 인한 열속(heat flux)이 하층대기를 가열시켜 오히려 기온을 증가시키기 때문이다. 따라서 혼합층은 지면의 열속의 영향을 절대적으로 받는다. 또한 혼합층의 발달과 소멸에 있어서 구름의 영향을 무시할 수 없으며, 구름의 유무에 따라 대기경계층의 변화는 많은 차이를 나타낸다.

구름 유무에 따른 지속적인 관측이 이루어진다면 더 자세한 영향을 알 수 있을 것이며, 더 나아가 해양대기경계층의 특성 연구에 도움을 줄 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 권병혁, 민경덕, 김동수, 2001, 경북 지역에서 관측된 대기 혼합층의 발달, 한국기상학회지, 37(1), 31-38.
- 윤일희, 2000, 미기상학개론, 시그마프레스, 311pp.
- Stull, R.B., 1992, An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Kluwer Academic Publishers, 666pp.