

OA2) 대기안정층 연직 구조의 관측적 특성 고찰

김철희 · 조현영¹⁾ · 조유진 · 이나미 · 정소연

부산대학교 대기환경과학과, ¹⁾부산대학교 환경연구원

1. 서론

야간 대기 안정층에서 관측되는 대기의 연직 구조는 상당히 불확실하여 이층 이상의 다층 구조를 보이기도 한다. 이러한 구조는 기존의 단일 안정층으로만 분류되어 하나의 대기안정도 함수로 모든 연직 구조에 적용되는 전통적인 지표 상사 이론(similarity theory)을 그대로 적용하기 어려운 조건이 자주 발생한다. 이러한 관측 특징에 기반하여 지금까지 지표 가까이만의 안정층 난류만으로 대표하여 표현되는 상사 이론의 함수를 수정하고, 야간의 다층 연직 구조에 적용할 수 있는 난류 매개변수화 연구의 가능성을 살펴보고자 한다. 야간 다층 구조가 미세먼지 고농도 시산에 빈번하다면 각 층별 난류 특성을 결정짓는 변수들을 적절히 다시 선정하여 무차원 파라미터 값들로 개발하고 관측 결과를 바탕으로 하는 적절한 가정을 통하여 실제에 가까운 다층 난류 모델로 개발할 가능성을 진단하였다.

2. 자료 및 방법

국내에서는 대기 관측 기기의 도입으로 야간의 다양한 대기 경계층 연직 구조가 제한적으로 관측된 자료를 사용하였다. 도시 농림사업단(한국의국어대학교 소재)의 대기난류 관측결과인 과거 4년간(2016~2019년)의 운고계(Ceilometer) 및 라이다 자료를 사용하였고, 최근 3년간의 400 m 보성기상탑에서 관측된 연직 난류 자료를 이용하였다. 모델링 자료는 WRF 기상 모델 결과와 이를 이용한 WRF-Chem 모델링 결과를 분석하여, 야간의 난류 특성과 모델링 결과의 상이성과 차이점을 분석하였고, 특히 야간의 대기경계층 구조의 특성을 분석하기 위하여 기온 및 난류장을 집중 분석하였다. 보다 실제 야간 대기에 가깝게 난류 이론을 개발하고 많은 관측적 사실을 수집하여 이론으로 발전시키기 위하여, 그 오차를 분석하고 단계별 바람의 영향 등을 잘 고려하여 무차원화하기 위한 난류 변수의 유효성(validity of scaling parameters) 성능을 분석하는 연구를 수행하고자 한다. 결론적으로 야간 대기 안정층에 대한 세 층을 구조별로 구별하여 각각을 관측 자료 혹은 모델링 자료와 반복적으로 비교 분석할 것이다.

3. 결과 및 고찰

최근 4년간의 운고계 및 라이다 관측 결과에서 대기의 야간 다층구조(Multi-Layer)가 종종 관측되었고, 연직으로 상당한 불연속 고도를 발견할 수 있었다(우측 그림). 이는 연직으로 하나의 매개변수화를 도출한 Monin-Obukhov 상사 이론을 적용하기 힘든 사례로 보이며, 대기의 하층을 제외한 그 이상의 중상층 대기안정도 구조의 개선이 반드시 필요함을 반증하고, 이를 통해 안정층 내부의 특성을 기술하는데 있어서 불확실성을 줄이기 위한 관측적 연구와 모델링 개선이 필요할 것이다.

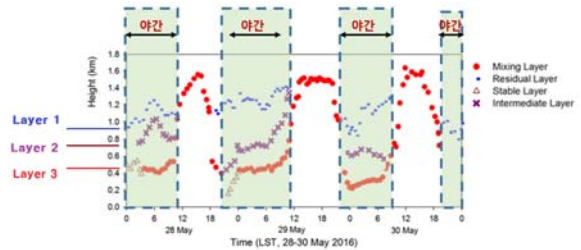


Fig. 1. 운고계로 관측된 2016년 봄철 야간 대기 연직 구조.

4. 참고문헌

Stull, B., 1988, An introduction to Boundary Layer Meteorology, Kluwer Academic Publishers.

감사의 글

본 논문은 2020년 교육부 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구 사업임(No. 2020R111A2075417).