

## PS31(DR13) 장기간 접지층 기상 측정자료를 이용한 몇 가지 대기안정도 산출방법의 평가 Evaluation of Several Atmospheric Stability Parameters using Long-term Surface Layer Measurement Data

이종범, 장명도, 김용국  
 강원대학교 환경학과

### 1. 서론

대기안정도와 혼합층고도는 보통 대기의 난류 상태를 정의하거나 대기의 확산 정도를 묘사하는데 사용하는 중요한 파라미터로써 대기오염 확산모델 연구에 많이 이용되고 있다. 현재 많은 Gaussian 대기오염 확산모델에 대부분 Pasquill 안정도 계급 또는 Turner 안정도 계급을 이용하여 오염물질의 수평확산폭( $\sigma_y$ )와 수직확산폭( $\sigma_z$ )을 계산하고 있다. 그러나 이러한 대기안정도 산출방법은 실제의 대기안정도와 많은 차이를 나타낼 수 있으므로 이를 개선할 필요성이 있다.

본 연구에서는 춘천시 우두동 기상탑에서 측정된 1년간의 기상자료를 이용하여 몇 가지 대기안정도를 산출하였고 난류측정자료로부터 산출된 Monin-Obukhov 길이와 비교하여 각각의 대기안정도를 비교 평가하였다.

### 2. 대기안정도 Parameters

#### 2.1 Pasquill 안정도

전국의 기상대 및 관측소에서 매 시간 측정되는 기상자료로 안정도를 산출할 수 있는 Pasquill 안정도 계급의 산출은 주간의 경우 일사량과 풍속 기상자료를 이용하였으며, 야간의 경우는 운량과 풍속 자료를 이용하였다. 주간에 일사량의 구분에 주관적인 판단이 요구되므로 일사량 구분을 정량화한 일본 기상청의 방법으로 안정도를 산출하였다.

#### 2.2 Turner 안정도

Turner 안정도계급도 Pasquill과 마찬가지로 전국의 기상대 자료 중 주간에는 태양고도각, 운량, 운고와 풍속 자료를 이용하여 일사량계급 및 순복사량 지수를 이용하였으며, 야간에는 운량 및 풍속 자료를 이용하여 대기안정도를 산출하였다. Pasquill 안정도 계급과 마찬가지로 기상대 자료를 이용하므로 대기오염 확산모델에 많이 이용되고 있는 방법이다.

#### 2.3 Bulk Richardson Number

두 고도에서 측정된 온도와 한 고도에서 측정된 풍속 자료를 이용하여 산출하였다.

$$R_b = \frac{g(\Delta\theta/\Delta Z)}{T(\Delta u/\Delta Z)^2}$$

#### 2.4 초음파 난류측정 장치를 이용한 대기안정도 산출

기상탑에 설치된 초음파풍속온도계로 측정된 난류 측정자료로부터 마찰속도와 현열을 측정하여 Monin-Obukhov 길이(L)를 산출하였다.

$$u_*^2 = -\overline{(w'u')} \quad H = \rho c_p \overline{(w'\theta')} \quad L = \frac{-\rho c_p u_*^2 \bar{\theta}}{kgH}$$

#### 2.5 두 고도의 기온 및 한 고도의 풍속자료를 이용한 대기안정도 산출

본 방법은 Paulson(1972)의 flux-profile method를 변형하여, 기상탑의 두 고도에서 측정된 기온과 한 고도에서 측정된 풍속만으로 iteration method를 사용하여 L을 추정(이종범과 김용국, 1990)하고 실측한 L과 비교하였다.

### 3. 실험방법

#### 3.1 기상자료

본 연구에 이용한 자료는 춘천시 우두동에 설치한 기상탑과 춘천기상대에서 측정하고 있는 자료를 이용하였다. 비교적 평탄지형에 설치한 기상탑은 2.5m와 10m 두 고도에서 기온 및 풍속, 2.5m에서 풍속 및 일사량을 측정하였고 5m 고도에서 감속속도가 빠른 초음파풍속도계를 이용하여 난류를 측정하였다. 대기안정도 평가에 이용된 자료의 기간은 1995년 11월부터 1996년 10월까지의 자료를 이용하였다.

#### 3.2 안정도 평가

난류 측정자료에 의하여 구해지는  $L$ 과 여타의 안정도 파라미터를 비교함으로써 안정도 산출방법을 평가하였다.

### 4. 결과 및 고찰

Pasquill 및 Turner stability class와  $1/L_{obs}$ 의 대응관계를 Percentile로 나타내었다. 그림 1은 초음파풍속도계로 측정된 자료를 이용하여 구한  $1/L_{obs}$ 과 기상 관측자료로부터 구한 Pasquill 및 Turner stability class의 관계를 나타낸 그림으로, 주간(10-12, 13-16 LST)의 경우와 야간(1-6, 20-24 LST)의 나타내었다. 주간의 경우(그림 1 (a)) Pasquill 안정도계급이 Turner 안정도계급보다  $1/L_{obs}$ 과 좋은 대응관계 나타내었다. Turner 안정도계급의 경우 A와 B계급이 비슷한 분포를 보였다. 야간의 경우 Turner 안정도계급은 Pasquill 안정도계급에 비하여 D 및 E계급의 구분이 잘 되지 않는 것으로 나타났다.

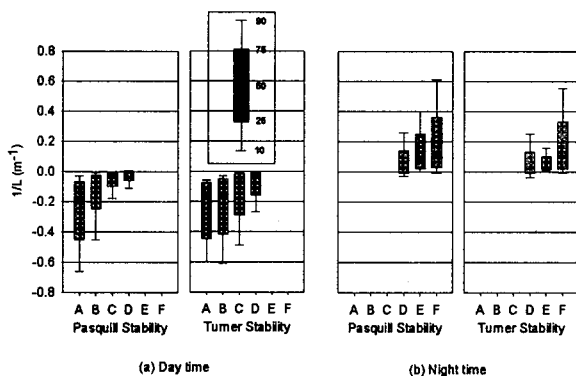


Fig. 1. Comparison between  $1/L_{obs}$  and Pasquill and Turner stability class

### 참고 문헌

- 이종범, 김용국 (1990) Pasquill 안정도계급의 평가와 안정도 Parameter 추정방법의 개발, 한국대기보전학회지 Vol, 6, No. 2, 168~175.
- 이종범, 김용국, 백기태 (1997) 대기안정도 산출기법의 비교 평가, 한국대기보전학회 추계학술대회 요지집, 75~76.
- Golder, D (1972) Relations among Stability Parameters in the surface layer, Boundary-layer Meteorology, 3, 47-58.
- Manju Mohan, T. A. Siddiqui (1998) Analysis of Various Schemes for the Estimation of Atmospheric Stability Classification, Atmospheric Environment Vol, 32, No. 21.
- Paulson, C.A.(1970) The mathematical representation of wind speed and temperature profiles in the unstable atmospheric surface layer. J. Applied Meteorology, 9,857-861.