한국대기환경학회 1999 추계학술대회 논문집
Proceedings of 29th Meeting of KOSAE (1999) pp. 183~185
Proceedings of Korean Society for Atmospheric Environment

DR12) 춘천지역의 난류측정 자료에 의한 수평확산폭 및 연직확산폭 추정

Estimation for Standard deviation of lateral and Vertical dispersion using Observed Turbulence Data in Chunchon

이 종 범 · 박 일 환
강원대학교 환경학과

1. 서 론

가우시안 모델의 부정확성의 중요한 요인중의 하나는 수평확산폭(σ_y)과 연직확산폭(σ_z)이다.(이와김, 1992) 가우시안 모델에서 사용되는 확산폭 산출방법인 Pasquill-Gifford Scheme은 미국 Nebraska 주 O'neill 부근 풀로 덮힌 평탄한 지형에서 확산 실험을 수행한 Prairie grass project의 결과로 연기의 확산폭은 각 안정도 계급(A-F)별로 거리의 함수로 나타낸 식을 이용하고 있다. Pasquill-Gifford Scheme은 이용하기에 편리하다는 장점이 있으나 산출한 σ_y와 σ_z는 도심 지역과 같이 지표면이 거칠고 열섬효과가 있는 곳이나 지면의 성질이 균일하지 않은 곳 또는 우리나라와 같이 해안선이 복잡하고 구릉 또는 산악이 많은 복잡한 지형에서는 부적합하다.(이와김, 1992)

σ_y와 σ_z를 구하는 또 다른 방법은 풍향변동 성분을 측정하여 구하는 방법이 있다. 이 방법은 확산의 중요한 요인인 기상자료에 의한 바람의 실측 자료를 이용하여 풍향변동 값을 직접 이용하므로 지역에 따른 확산 특성이 반영되어 그 지형에 적합한 σ_y와 σ_z을 구할 수 있다.

본 논문에서는 춘천 농경지에 설치되어 있는 Sonic anemometer에서 장시간 측정한 난류 실측자료를 분석하여 대기안정도 따른 풍향변동량의 특징을 파악하여 σ_y및 σ_z을 산출하는 것을 목적으로 하였다.

2. 연구 방법

2.1 수평확산폭(σ_y)의 추정

풍향의 표준편차(σ_θ)를 이용하여 σ_y를 추정하기 위하여 Pasquill(1976)이 제안한 다음 식을 이용하였다.

$$\sigma_y = \tan(\sigma_\theta) x F_Y(T_{LY})$$

여기서 σ_θ($\sigma_\theta = \arctan(\sigma_v/\overline{u})$)는 수평방향 풍향의 표준편차, x는 풍하거리, F_Y는 수평방향의 라그란지안 적분시간 스케일에 의존하는 무차원 함수, T_{LY}는 수평방향의 라그란지안 적분시간 스케일이다.

2.1.1 F_Y의 추정

F_Y는 풀룸이 대기 중에서 이동하고 확산될 때 확산시간이 길어질수록 함수값이 감소하는 식이다.

$$F_Y(t/T_{LY}) = 1.414(T_{LY}/t)(t/T_{LY} - 1 + \exp(-t/T_{LY}))^{0.5}$$

2.1.2 T_{LY}의 추정

T_{LY}는 안정도에 따라 달라지며 Hanna(1982)가 제안한 다음과 같은 식을 이용하였다.

$$T_{LY} = 0.15h/\sigma_v \quad \text{(unstable)}$$

$$T_{LY} = 0.07(h/\sigma_v)(z/h)^{0.5} \quad \text{(stable)}$$

$$T_{LY} = 0.15(z/\sigma_v)/(1 + fz/u_*) \quad \text{(neutral)}$$

σ_v는 수평바람성분의 표준편차, h는 혼합층고도, u_*는 마찰속도, f는 코리올리파라미터, z은 대상고도이다.

2.2 연직확산폭(σ_z)의 추정

연직방향 풍향의 표준편차를 이용하여 σ_z를 추정하기 위하여 다음 식을 이용하였다.(Draxler,1976)

$$\sigma_z = \sigma_\phi x F_Z(t/T_{LZ})$$

($\sigma_\phi = \arctan(\sigma_w/\overline{u})$)는 연직방향 풍향의 표준편차, x는 풍하거리, F_Z은 연직방향의 라그란지안 적분시간 스케일에 의존하는 무차원 함수, T_{LZ}는 연직방향의 라그란지안 적분시간 스케일, t는 확산시간 스케일이다.

2.2.1 F_Z의 추정

F_Z의 추정은 Draxler(1976)가 제시한 다음 식을 이용하였다.

$$F_Z(t/T_{LZ}) = ((T_{LZ}/t)^2 2(\exp[-t/T_{LZ}] + t/T_{LZ} - 1))^{0.5}$$

2.2.2 T_{LZ}의 추정

T_{LZ}은 안정도에 따라 달라지며 Hanna(1982)가 제안한 다음과 같은 식을 이용하였다.

$T_{LZ} = 0.1z/\sigma_w (1/(0.55+0.38(z-z_0)/L)$ $z/h<0.1, -(z-z_0)/L<1$ (unstable)

$T_{LZ} = 0.59z/\sigma_w$ $z/h<0.1, -(z-z_0)/L>1$ (unstable)

$T_{LZ} = 0.15z/\sigma_w (1-\exp(-5z/h)$ $-(h/z)>1$ (unstable)

$T_{LZ} = 0.1*h/\sigma_w *(z/h)^{0.8}$ (stable)

$T_{LZ} = 0.5*z/\sigma_w *(1+fz/u_*)^{0.8}$ (neutral)

여기서 σ_w연직바람성분의 표준편차, z_0: 지표면거칠기, L: Monin-obukhov length이다.

3. 결 과

그림 1은 σ_y와 풍하거리에 따른 관계를 나타낸 것으로 σ_y는 매 2km마다 각 구간별로 산출한 중앙값을 이용했다. 안정도별 함수의 특징은 대기 상태가 불안정(A,B,C)인 경우와 중립(D) 및 안정(E,F)인 경우의 두 부분으로 나누어지는 특징을 나타내었다.

참 고 문 헌

이종범, 김용국(1992) 대기안정도와 지형효과에 따른 풍향변동량의 특성
한국대기 보전학회지 제 8권 제 2호 pp. 138-145.
이종범, 김용국(1990) Pasquill 안정도계급의 평가와 안정도 Parameter 추정방법의 개발
한국대기보전학회지 Vol. 6, NO. 2
Hanna, S.R. (1982) Applications in air pollution modeling. In Atmospheric Turbulence and Air Pollution Modelling(edited by Nieuwstadt F.T.M. and Van Dop H.), 275-310.
Pasquill, F. (1976) Atmospheric dispersion parameters in Gaussian plume modeling : PartⅡ. Possible requirements for change in the Turner workbook values. Rep. EPA-600/4-760306, U.S. EPA, 44.
R. R., Draxler(1976) Determination of atmospheric diffusion parameters
Atmospheric environmental Vol. 10. pp. 99-105